



TUGAS AKHIR – TI 141501

**OPTIMASI JARINGAN DISTRIBUSI  
MULTI ESELON PUPUK PETROGANIK  
STUDI KASUS : PT PETROKIMIA GRESIK**

OCTADELLA BILYTHA PERMATASARI  
NRP 2512 100 111

Dosen Pembimbing

Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng., Ph.D, CSCP

JURUSAN TEKNIK INDUSTRI  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2016



FINAL PROJECT – TI 141501

**OPTIMIZATION OF MULTI ECHELON  
DISTRIBUTION NETWORK FOR PETROGANIK FERTILIZER  
CASE STUDY : PT PETROKIMIA GRESIK**

OCTADELLA BILYTHA PERMATASARI  
NRP 2512 100 111

Supervisor

Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng., Ph.D, CSCP

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING  
Faculty of Industrial Technology  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2016

**LEMBAR PENGESAHAN**

**OPTIMASI JARINGAN DISTRIBUSI MULTI ESELON**

**PUPUK PETROGANIK**

**STUDI KASUS : PT PETROKIMIA GRESIK**

**PROPOSAL TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada

Program Studi S-1 Jurusan Teknik Industri

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

Oleh:

**OCTADELLA BILYTHA PERMATSARI**

**NRP. 2512 100 111**



Dosen Pembimbing Tugas Akhir

**Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng., Ph.D., CSCP**

**NIP. 196901071994121001**

**OPTIMASI JARINGAN DISTRIBUSI MULTI ESELON**  
**PUPUK PETROGANIK**  
**STUDI KASUS : PT PETROKIMIA GRESIK**

Nama : Octadella Bilytha Permatasari  
NRP : 2512100111  
Department : Industrial Engineering  
Supervisor : Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng., Ph.D, CSCP

**ABSTRAK**

Jaringan distribusi perusahaan biasanya terdiri atas multi eselon yang seringkali memiliki lebih dari satu pabrik, gudang dan juga *demand point*. Mengingat jaringan distribusi terdiri atas multi eselon, maka perusahaan dituntut untuk melakukan optimasi alokasi pada jaringan distribusi untuk menghasilkan biaya yang minimal dapat menggunakan model *Integer Linear Programming* (ILP). Model ILP harus mempertimbangkan batasan operasional dan keuangan yang ada. Model ILP yang dikembangkan juga mempertimbangkan adanya *inventory* dan juga multi periode. Studi kasus penelitian ini yaitu jaringan distribusi pupuk Petrogranik di PT Petrokimia Gresik. Pada penelitian ini terdapat 3 skenario perbaikan yang diusulkan untuk data tahun 2016. Berdasarkan hasil komputasi, akan dilakukan perbandingan biaya transportasi eksisting dengan biaya transportasi dari tiap skenario. Hasil komputasi menunjukkan bahwa dari tiap skenario yaitu masing-masing terjadi penghematan biaya transportasi sebesar 40%, 25% dan 34% dibanding eksisting. Alokasi berdasarkan komputasi menunjukkan bahwa jarak terjauh dari pengiriman yaitu 167 Km, sementara dari pengiriman eksisting rute terjauh yaitu 266 Km. Selain itu juga akan dilakukan perbandingan utilisasi masing-masing pabrik dari tiap skenario yang diusulkan. Komputasi juga dilakukan hingga 2020, dengan proyeksi kenaikan *demand* 10% tiap tahunnya.

**Kata Kunci**—*Allocation problem, Distribution And Supply Chain Network, Optimasi, Integer Linear Programming.*

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

**OPTIMIZATION OF THE MULTI ECHELON  
DISTRIBUTION NETWORK FOR PETROGANIK  
FERTILIZER  
CASE STUDY : PT PETROKIMIA GRESIK**

Name : Octadella Bilytha Permatasari  
NRP : 2512100111  
Department : Industrial Engineering  
Supervisor : Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng., Ph.D, CSCP

**ABSTRACT**

Enterprise distribution network usually consist of the multi echelon which have more than one plant, warehouse and also demand point. Considering this, so company is required to perform optimization the allocation of the distribution network to produce minimal cost. It can use the Integer Linear Programming (ILP) model. ILP model should consider the existing operational and financial constraints. ILP model developed also consider the inventory in warehouse and also multiple period. Case study in this research is concerning in the distribution network of Petroganik fertilizer in PT Petrokimia Gresik. Currently, There are 136 factories, 113 warehouses and 78 demand points. This research will provide 3 improvement scenarios proposed for data in 2016. Based on the results of the computing, will be conducted the comparison of transportation cost among the existing and from each scenario. The saving for each scenario that are scenario 0, scenario 1 and scenario 2 are 40%, 25% and 34% compared to the existing transportation cost. The allocation based on computing shows that the farthest distance of delivery is 167 Km, while the existing is 266 Km. This research also compare the factories utilization for each scenario. Computing is also performed up to 2020, with a projected increase in demand of 10% each year.

***Kata Kunci—Allocation problem, Distribution And Supply Chain Network, Optimasi, Integer Linear Programming.***

***Halaman ini sengaja dikosongkan***

## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
DAFTAR PUSTAKA .....	xv
BIOGRAFI PENULIS .....	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	5
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	5
1.5.1 Batasan .....	5
1.5.2 Asumsi.....	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	7
2.1 Supply Chain Management dan Strategi Distribusi .....	7
2.2 Fungsi Manajemen Distribusi .....	9
2.3 Inventory Management .....	10
2.4 Komponen Biaya Transportasi.....	12
2.5 Konsep Dasar Linear dan Integer Programming.....	13
2.6 Critical Review.....	15
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	19
3.1 Flowchart Penelitian.....	19
3.2 Tahap Identifikasi Permasalahan .....	20
3.3 Tahap Pengumpulan Data .....	20
3.4 Pengolahan Data.....	21
3.5 Penerjemahan Model Matematis Ke Bahasa LINGO .....	25



3.6 Running Komputasi .....	25
3.7 Verifikasi dan Validasi.....	25
3.8 Tahap Analisa dan Pembahasan.....	25
<b>BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA .....</b>	<b>27</b>
4.1 Pengumpulan Data .....	27
4.1.1 Data Lokasi dan Kapasitas Pabrik Investor.....	27
4.1.2 Data Lokasi dan Kapasitas Gudang Penyangga .....	28
4.1.3 Demand Petroganik Tiap Kota .....	30
4.1.4 Harga Beli Petroganik .....	30
4.1.5 Biaya Distribusi .....	30
4.2 Pengolahan Data.....	34
4.2.1 Biaya Transportasi.....	35
4.2.2 Pengembangan Model Matematis .....	40
4.2.3 Penerjemahan Model Matematis Ke Bahasa LINGO .....	42
4.2.4 Verifikasi Dan Validasi .....	43
4.2.5 Running Komputasi Untuk Data Tahun 2016.....	48
4.2.6 Perhitungan Biaya Transportasi .....	52
4.2.7 Running Komputasi Untuk Data Tahun 2017-2020.....	57
<b>BAB 5 ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA .....</b>	<b>61</b>
5.1 Analisis Regresi Linear .....	61
5.2 Analisis Biaya Transportasi Eksisting dan Perbaikan Skenario 0 .....	62
5.3 Analisis Konfigurasi Alokasi Pabrik Ke Gudang Penyangga.....	64
5.4 Analisis Konfigurasi Alokasi Gudang Penyangga Ke Kota .....	66
5.5 Analisis Utilisasi Tiap Pabrik Tahun 2016 .....	68
5.6 Analisis Biaya Transportasi Skenario, Skenario 1, Skenario 2 & Eksisting...	71
5.7 Analisis Kapasitas Pabrik dan Gudang Penyangga Hingga 2020.....	75
<b>BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>77</b>
6.1 Kesimpulan .....	77
6.2 Saran.....	77
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>79</b>

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2. 1 Perbandingan Penelitian Ini Dengan Penelitian Terdahulu .....	16
Tabel 2. 2 Referensi Jurnal Yang Mendukung Penelitian Ini .....	17
Tabel 4. 1 Tingkat Kesulitan Medan Berdasarkan Hasil Interview Transportir ....	31
Tabel 4. 2 Ukuran Kendaraan Dan Kapasitasnya .....	32
Tabel 4. 3 Ukuran Kendaraan Yang Bisa Masuk Pada Tiap Gudang Penyangga .	32
Tabel 4. 4 Pabrik Untuk Verifikasi & Validasi.....	44
Tabel 4. 5 Gudang Penyangga Untuk Verifikasi & Validasi .....	44
Tabel 4. 6 Demand Kota Untuk Verifikasi & Validasi.....	45
Tabel 4. 7 Biaya Dari Pabrik Ke Gudang Penyangga.....	45
Tabel 4. 8 Biaya Dari Gudang Penyangga Ke Kota.....	45
Tabel 4. 9 Alokasi Pabrik Ke Gudang Penyangga.....	46
Tabel 4. 10 Alokasi Dari Gudang Penyangga Untuk Memenuhi Demand Kota ..	46
Tabel 4. 11 Alokasi Pabrik Ke Gudang Penyangga Bulan Januari.....	47
Tabel 4. 12 Alokasi Gudang Penyangga Untuk Kota .....	47
Tabel 4. 13 Biaya Transportasi Pabrik Ke Gudang Penyangga Skenario 0.....	53
Tabel 4. 14 Biaya Transportasi Pabrik Ke Gudang Penyangga Eksisting .....	54
Tabel 4. 15 Biaya Transportasi Skenario 1 Dan Eksisting.....	55
Tabel 4. 16 Biaya Transportasi Skenario 2 Dan Eksisting.....	56
Tabel 4. 17 Rekapitulasi Biaya Transportasi Tahun 2017 .....	58
Tabel 4. 18 Rekapitulasi Biaya Transportasi Tahun 2018 .....	58
Tabel 4. 19 Rekapitulasi Biaya Transportasi Tahun 2019 .....	58
Tabel 4. 20 Rekapitulasi Biaya Transportasi Tahun 2020 .....	59
Tabel 5. 1 Perbandingan Biaya Transportasi Eksisting Dan Perbaikan.....	62
Tabel 5. 2 Perbandingan Biaya Transportasi Antar Skenario .....	71
Tabel 5. 3 Perbandingan Biaya Transportasi Skenario 1, Skenario 2 & Eksisting	73
Tabel 5. 4 Peningkatan Biaya Transportasi Tiap Tahun .....	75

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Visualisasi Lokasi Pabrik dan Gudang Penyangga di Jawa Timur, Jawa Tengah, Yogyakarta .....	3
Gambar 2. 1 Strategi Distribusi Cross-Docking .....	8
Gambar 2. 2 Strategi Distribusi Melalui Warehouse .....	9
Gambar 2. 3 Strategi Distribusi Direct Shipping .....	9
Gambar 3. 1 Metodologi Penelitian .....	19
Gambar 3. 2 Kondisi yang diamati .....	22
Gambar 4. 1 Lokasi Pabrik Pupuk Petroganik di Jawa Timur, Jawa Tengah, Yogyakarta .....	28
Gambar 4. 2 Peta Lokasi Gudang Penyangga di Jawa Timur, Jawa Tengah, dan Yogyakarta .....	29
Gambar 4. 3 Ilustrasi Lokasi Pabrik & Gudang Penyangga .....	29
Gambar 4. 4 Grafik Histogram Terhadap Residual Value .....	36
Gambar 4. 5 Diagram Normal Probability Plot Terhadap Residual Value.....	37
Gambar 4. 6 Diagram Probability Plot Terhadap Residual Value .....	37
Gambar 4. 7 Grafik Residual Value Terhadap Fits .....	38
Gambar 4. 8 Output Minitab Untuk Uji Multikolinieritas .....	39
Gambar 4. 9 Output Minitab Untuk Regression Analysis .....	39
Gambar 4. 10 Grafik Utilisasi Rata-Rata Pabrik Tahun 2016 .....	49
Gambar 4. 11 Grafik Rata-Rata Utilisasi Pabrik Skenario 1 .....	51
Gambar 4. 12 Grafik Rata-Rata Utilisasi Pabrik Skenario 2 .....	52
Gambar 4. 13 Rata-Rata Utilisasi Pabrik Skenario 1 .....	70
Gambar 4. 14 Rata-Rata Utilisasi Pabrik Skenario 1 .....	70
Gambar 5. 1 Hasil Untuk Faktor Jarak Terhadap Biaya Transportasi .....	62
Gambar 5. 2 Perbandingan Biaya Transportasi Eksisting Dan Perbaikan .....	63
Gambar 5. 3 Rata-Rata Utilisasi Pabrik Pada Tahun 2016 .....	69
Gambar 5. 4 Perbandingan Utiliasai Pabrik Antar Skenario.....	71
Gambar 5. 5 Grafik Biaya Transportasi Antar Skenario.....	72

Gambar 5. 6 Perbandingan Biaya Transportasi Skenario 1, 2 dan Eksisting.....	74
Gambar 5. 7 Perbandingan Biaya Tranposrtasi .....	74

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A .....	79
Lampiran B.....	81
Lampiran C.....	83
Lampiran D .....	87
Lampiran E.....	90
Lampiran F.....	92
Lampiran G .....	97
Lampiran H .....	99
Lampiran I.....	104
Lampiran J.....	108

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

# BAB 1

## PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dijabarkan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta ruang lingkup penelitian.

### 1.1 Latar Belakang

Di era globalisasi ini, perusahaan dituntut untuk memiliki *competitive edge*. Salah satu cara yang dapat dilakukan perusahaan untuk meningkatkan *competitive edge* yaitu dengan mengoptimalkan *global operation cost*. Untuk itu perusahaan hendaknya mengelola *supply chain* nya dengan cara mengintegrasikan antara operasional, desain serta mempertimbangkan aspek keuangannya. *Supply chain* dari suatu perusahaan biasanya tidak hanya terdiri atas *single echelon* saja, melainkan terdiri atas *multi echelon*. Maka dari itu Perusahaan harus menentukan konfigurasi yang optimal dari produksi dan jaringan distribusi dengan mempertimbangkan batasan operasional dan keuangan yang ada (Tsiakis & Papageorgiou, 2007).

Batasan operasional yang dimaksud yaitu meliputi kualitas, kapasitas produksi, keterbatasan penggunaan sumber daya, alokasi produksi serta pemerataan *work load* pada tiap anggota di setiap *echelon*. Sedangkan batasan *financial* yaitu meliputi biaya produksi, biaya transportasi, biaya *handling*, serta biaya *inventory*. Untuk menentukan konfigurasi alokasi yang optimal dapat diselesaikan dengan menggunakan metode *mixed integer linear programming (MILP)* ataupun *integer linear programming (ILP)*.

Objek penelitian pada tugas akhir ini yaitu produk pupuk Petroganik di PT Petrokimia Gresik. Pupuk Petroganik merupakan salah satu komoditas pupuk bersubsidi yang diproduksi oleh Badan Umum Milik Negara yang mana salah satu produsennya yaitu PT Petrokimia Gresik. Sebagai pupuk yang disubsidi oleh pemerintah, maka harga penjualannya juga merupakan ketetapan dari pemerintah. Subsidi terhadap pupuk Petroganik ini dilakukan sebagai upaya untuk mendukung penggunaan pupuk organik di kalangan petani.

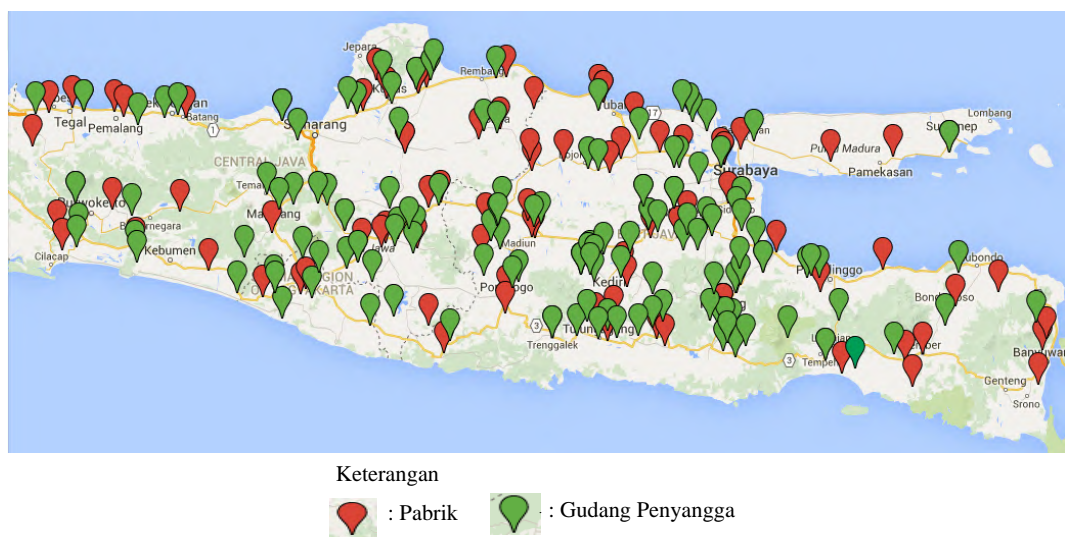


Pupuk Petroganik merupakan produk yang berbeda dibanding dengan produk pupuk lain yang diproduksi PT Petrokimia Gresik seperti pupuk Urea, NPK, ZA, dan SP-36. Bahan baku untuk memproduksi pupuk Urea, NPK, ZA, SP-36 dan pupuk-pupuk lainnya mayoritas didatangkan dari negara lain sehingga produksinya dipusatkan di kawasan lokasi pabrik PT Petrokimia Gresik. Sementara bahan baku untuk pembuatan pupuk Petroganik berasal dari bahan organik lokal yang berasal dari limbah hewan seperti pupuk kandang dan juga limbah industri seperti limbah dari pabrik gula. Keberadaan bahan baku untuk pembuatan pupuk Petroganik ini tersebar di berbagai wilayah. Sehingga dalam proses produksi pupuk Petroganik disub-kontrakkan ke pihak ke tiga yang selanjutnya disebut sebagai investor. Hal ini dilakukan tentu saja untuk mempermudah mendapatkan bahan baku sehingga mempermudah proses produksi Petroganik. Lokasi pabrik para investor berada tersebar di beberapa provinsi diantaranya Jawa Timur, Jawa Tengah, dan Yogyakarta. Alur distribusi dari pupuk Petroganik yaitu dari pabrik para investor selanjutnya produk akan didistribusikan ke gudang penyangga yang tersebar di kabupaten/kota di Jawa Timur, Jawa Tengah, dan Yogyakarta baru kemudian para distributor dari tiap kota akan mengambil Petroganik ke gudang penyangga terdekat. Hasil visualisasi lokasi pabrik Petroganik dan juga lokasi gudang penyangga menggunakan aplikasi *googlemaps* dapat dilihat pada Gambar 1.1 di bawah ini.

Dalam proses operasionalnya, perusahaan memenuhi *demand* dengan metode *push system*. *Push system demand* yaitu sistem pemenuhan *demand* yang mana *demand* ini sudah ditetapkan di awal. Adapun penetapan *demand* tidak dilakukan sendiri oleh PT Petrokimia Gresik, melainkan dilakukan oleh pemerintah yaitu Kementrian Pertanian dan juga berdasarkan Peraturan Gubernur . Sehingga produksi Petroganik sesuai dengan yang ditetapkan pemerintah. Pola *demand* Petroganik tiap bulannya juga fluktuatif dipengaruhi oleh musim tanam di Indonesia.

Sistem distribusi pupuk Petroganik mengadopsi *Open Sytem* , di mana tiap gudang penyangga dapat *disupply* oleh lebih dari satu investor dan sebaliknya. Serta setiap kota dapat di *supply* lebih dari satu gudang penyangga dan sebaliknya setiap gudang penyangga dapat memasok lebih dari satu kota. Mengingat bahwa pabrik

Petroganik terdiri atas banyak pabrik investor dan harus dikirim ke banyak gudang penyangga dan akan diambil para distributor untuk memenuhi *demand* tiap kota maka penting sekali bagi perusahaan untuk mengoptimalkan konfigurasi alokasi pada jaringan distribusinya. Optimasi pada jaringan distribusi ini dapat dilakukan dengan menggunakan metode *linear programming* yang sesuai untuk *demand* yang deterministik.



Gambar 1. 1 Visualisasi Lokasi Pabrik dan Gudang Penyangga di Jawa Timur, Jawa Tengah, Yogyakarta  
([www.googlemaps.com](http://www.googlemaps.com))

Kondisi eksisting sistem distribusi pupuk Petroganik saat ini yaitu mengikuti pola-pola distribusi tahun-tahun sebelumnya. Di mana gudang penyangga disuplai oleh investor yang diperkirakan lokasinya tidak jauh dengan gudang penyangga dan apabila ada penambahan investor maka investor yang baru ini akan dialokasikan ke gudang penyangga yang baru atau yang butuh untuk penambahan suplai. Adapun penentuan alokasi dari pabrik ke gudang penyangga terdekat yaitu berdasarkan perkiraan tanpa adanya perhitungan jarak nyata. Selain itu alokasi eksisting juga tidak memperhatikan fluktuasi *demand*. Alokasi suplai dan *demand* dari pabrik ke gudang penyangga masih dilakukan secara manual. Penggunaan gudang penyangga saat ini hanya berdasarkan untuk memenuhi

*demand* di mana lokasi gudang penyangga berada. Apabila kapasitas gudang penyangga melebihi dari kapasitas yang dibutuhkan, maka kapasitas sisa tersebut dimanfaatkan untuk memenuhi *demand* kota yang berada di sekitar gudang penyangga tanpa dilakukan perhitungan yang optimal. Sistem distribusi saat ini dirasa masih kurang optimal oleh pihak perusahaan karena belum ada perhitungan secara matematis untuk menentukan konfigurasi alokasi jaringan distribusi yang menghasilkan biaya optimal

Penelitian ini akan fokus pada sistem distribusi untuk mengalokasikan pupuk Petroganik dari investor ke gudang penyangga untuk memenuhi *demand* dari tiap kota yang ada di area pemasaran PT Petrokimia Gresik secara optimal. Untuk mengalokasikan distribusi pupuk Petroganik yang optimal ini maka akan dibuat komputasi menggunakan *software* untuk menghasilkan alokasi pengiriman dengan *transportation* dan *inventory cost* yang optimal. Selain itu, hasil penelitian ini juga dapat mengetahui perubahan konfigurasi alokasi pada jaringan distribusi berdasarkan kenaikan atau penurunan *demand* tiap periode.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang ada, maka permasalahan yang diangkat pada penelitian tugas akhir ini yaitu bagaimana mengimplementasikan model *distribution network design* dengan menggunakan model *Integer Linear Programming* untuk menentukan konfigurasi distribusi pupuk Petroganik dari pabrik investor yang tersebar di Jawa Timur, Jawa Tengah dan Yogyakarta ke gudang penyangga milik PT Petrokimia Gresik yang lokasinya juga tersebar di Jawa Timur, Jawa Tengah dan Yogyakarta untuk memenuhi *demand* dari tiap kota secara optimal dengan mempertimbangkan *inventory* pada tiap gudang penyangga sehingga dapat meminimasi *transportation cost* dan *inventory cost*.

## **1.3 Tujuan**

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menghasilkan model optimasi alokasi multi eselon dengan mempertimbangkan *inventory*.
2. Mengetahui konfigurasi alokasi pengiriman multi eselon berdasarkan

*demand* tiap periode pada produk pupuk Petroganik dengan *transportation* dan *inventory cost* yang optimal.

3. Membandingkan efisiensi biaya transportasi hasil komputasi dengan biaya transportasi eksisting.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan rekomendasi perbaikan pada jaringan distribusi pupuk Petroganik.
2. Mengetahui bagaimana konfigurasi alokasi pada jaringan distribusi Petroganik berdasarkan *demand* pada tiap periode.

#### **1.5 Ruang Lingkup Penelitian**

Ruang lingkup penelitian tugas akhir ini dibagi menjadi dua, yaitu batasan dan asumsi dalam pelaksanaan penelitian tugas akhir.

##### **1.5.1 Batasan**

Batasan yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian tugas akhir ini antara lain:

1. *Supply chain player* yang diamati pada penelitian ini yaitu hanya terbatas pada pabrik produk Petroganik dan gudang penyangga untuk memenuhi *demand* kota.
2. *Inventory* yang dipertimbangkan hanya *inventory finished good* pada gudang penyangga.
3. Area pemasaran yang diamati hanya kota atau kabupaten di Jawa Timur, Jawa Tengah, dan Yogyakarta.
4. *Inventory cost* yang diamati hanya *holding cost*.
5. Fungsi tujuan model adalah simplifikasi dari maksimasi profit yaitu dengan meminimasi *transportation* dan *inventory cost*.

### 1.5.2 Asumsi

Asumsi yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian tugas akhir ini antara lain:

1. Tidak terjadi perubahan biaya transportasi selama penelitian berlangsung.
2. Jumlah barang dikirim dari tiap pabrik sama dengan jumlah barang yang diproduksi oleh pabrik tersebut.
3. *Holding cost* Petroganik per bulan diasumsikan sebesar 2% dari harga beli Petroganik dari Sub Kontraktor.
4. Jumlah *ending inventory* tiap bulan yaitu paling tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan *demand* selama satu minggu untuk bulan berikutnya. (25% dari *demand* pada bulan berikutnya).

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai studi literatur yang digunakan sebagai dasar dalam pelaksanaan penelitian.

#### **2.1     *Supply Chain Management* dan Strategi Distribusi**

*Supply chain* adalah jaringan perusahaan yang secara bersama-sama bekerja untuk menciptakan dan menghantarkan suatu produk ke tangan *end customer* (Pujawan & Mahendrawati, 2010). Aliran yang dikelola dalam *supply chain* ada tiga macam yaitu aliran uang, barang, dan informasi yang semuanya mengalir dari hulu ke hilir. *Supply chain* merupakan jaringan fisik yakni perusahaan-perusahaan yang terlibat dalam memasok bahan baku, memproduksi barang, maupun mendistribusikan barang hingga ke *end customer* dan *supply chain management* merupakan metode atau pendekatan pengelolaan *supply chain* (Oliver & Weber, 1982). *Supply chain players* dalam tiap perusahaan berbeda-beda, adapun yang termasuk dalam *supply chain player* yaitu supplier, pabrik, distributor, *wholesaler*, *retailer* dan *end customer*. Adapun aktivitas yang ada dalam *supply chain* yaitu *product development*, *procurement*, *production planning and control*, *production*, dan *distribution*.

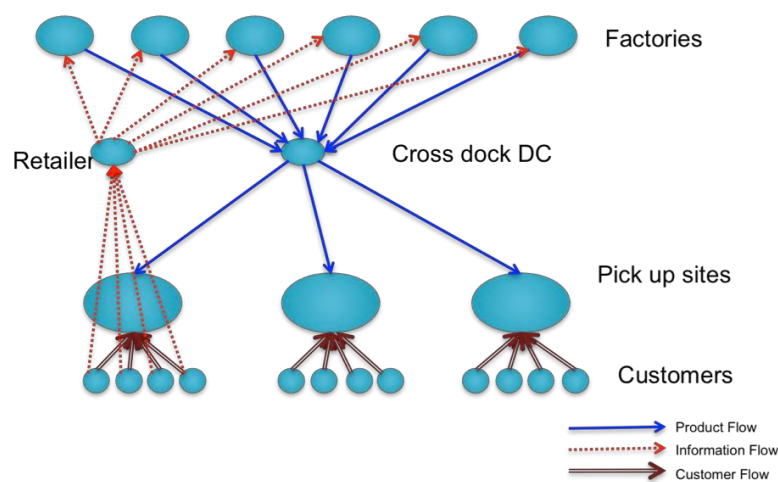
Dalam proses distribusi erat kaitannya dengan alat transportasi yang digunakan dalam mendistribusikan produk. Adapun distribusi dan transportasi dapat diartikan sebagai mengirimkan produk dari tempat di mana ia diproduksi hingga ke tempat di mana ia akan digunakan (Pujawan & Mahendrawati, 2010). Dalam distribusi suatu produk perlu direncanakan strategi distribusi yang digunakan. Ini bertujuan agar biaya distribusi menjadi optimal.

Menurut Pujawan dan Mahendrawati (2010), terdapat tiga macam strategi distribusi yaitu sebagai berikut :

- *Crossdocking*

Strategi *crossdocking* yaitu produk akan dialirkan melalui fasilitas *cross-dock* yang terletak antara pabrik dan konsumen. Di lokasi *cross-dock* ini, akan

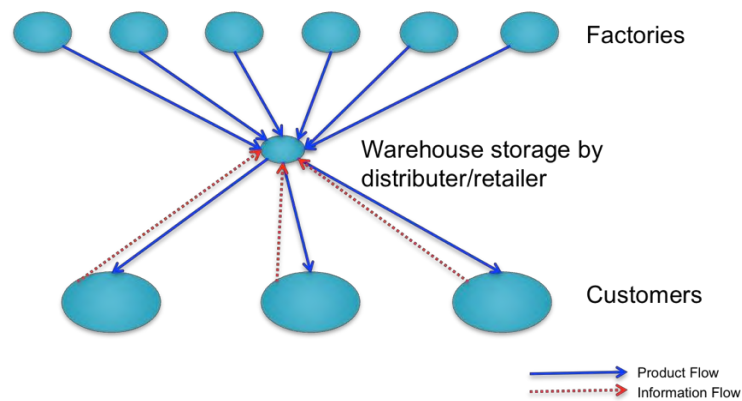
terjadi transfer muatan produk dari kendaraan pengirim ke kendaraan pengambil. Pada model ini juga memungkinkan terjadinya konsolidasi yang melibatkan banyak pabrik dan banyak konsumen. Model distribusi dengan menggunakan *cross-docking* dapat dilihat pada Gambar 2.1 . Keunggulan dari model *cross-docking* yaitu *lead time* pengiriman yang lebih cepat, *economic of scale* pada transportasinya serta dapat mengurangi aktivitas *handling*. Adapun kekurangannya yaitu biaya investasi sistem yang besar terkait dengan visibilitas informasi.



Gambar 2. 1 Strategi Distribusi *Cross-Docking*

- *Warehousing*

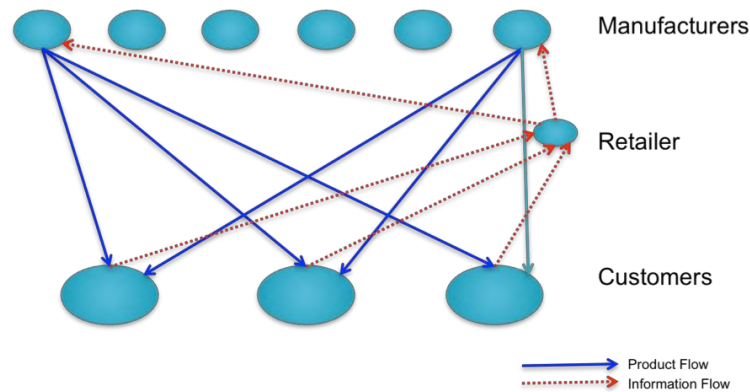
Strategi *warehouseing* yaitu strategi distribusi di mana produk akan dikirim dari pabrik ke gudang baik gudang pusat ataupun gudang penyangga sebelum dikirimkan ke *end customer*. Model strategi distribusi dengan menggunakan *warehouse* dapat dilihat pada Gambar 2.2. Keuntungan dari strategi *warehousing* ini yaitu gudang ini tidak hanya berfungsi sebagai penerima barang dan penyimpan barang tapi juga berfungsi sebagai *distribution center* tempat *customer* mengambil *order*. Kelemahan dari strategi *warehousing* yaitu tingginya biaya investasi dan operasional gudang serta adanya biaya *holding cost* untuk produk yang disimpan.



Gambar 2. 2 Strategi Distribusi Melalui *Warehouse*

- *Direct Shipping*

Strategi *direct shipping* yaitu distribusi produk dengan mengirimkan produk secara langsung dari pabrik ke *end customer*. Model strategi distribusi *direct shipping* dapat dilihat pada Gambar 2.3. Keuntungan strategi ini yaitu mengurangi *lead time* pengiriman, mengurangi biaya akibat investasi dan operasional gudang. Adapun kekurangannya yaitu biaya pengiriman yang tinggi akibat belum tercapainya *economic of scale*.



Gambar 2. 3 Strategi Distribusi *Direct Shipping*

## 2.2 Fungsi Manajemen Distribusi

Menurut Pujawan dan Mahendrawati (2010) manajemen distribusi mencakup baik aktivitas fisik seperti menyimpan produk dan mengirim produk, ataupun fungsi non fisik seperti pengolahan informasi dan pelayanan terhadap



pelanggan. Manajemen distribusi melakukan sejumlah fungsi distribusi sebagai berikut :

1. Melakukan segmentasi dan target *service level*. Segmentasi perlu dilakukan karena kontribusi pelanggan terhadap *revenue* perusahaan dan karakteristik pelanggan akan berbeda satu sama lain.
2. Menentukan moda transportasi yang akan digunakan. Tiap metode transportasi memiliki karakteristik yang berbeda satu sama lain.
3. Melakukan konsolidasi informasi dan pengiriman. Tekanan untuk melakukan pengiriman yang murah dan cepat menjadi alasan mengapa konsolidasi perlu dilakukan.
4. Melakukan penjadwalan dan menentukan rute pengiriman. Salah satu yang harus dilakukan pihak gudang dan distributor yaitu menentukan kapan sebuah truk harus berangkat dan rute mana yang harus ditempuh agar dapat memenuhi semua kebutuhan pelanggan.
5. Memberikan pelayanan nilai tambah. Selain mengirimkan barang kepada konsumen, distribusi juga memberikan nilai tambah kepada para penggunanya.
6. Menyimpan persediaan. Jaringan distribusi selalu melibatkan proses penyimpanan produk baik di gedung pusat maupun gedung regional.
7. Menangani pengembalian (*return*). Manajemen persediaan juga perlu bertanggung jawab melaksanakan kegiatan pengembalian dari industri hilir menuju industri hulu dalam *supply chain*.

Pada penelitian kali ini, akan fokus pada distribusi dari pabrik ke gudang penyangga. Adapun fungsi distribusi yang dilakukan yaitu melakukan penjadwalan dan penentuan rute pengiriman, dimana yang akan dilakukan yaitu mengalokasikan alokasi pengiriman dari pabrik ke gudang penyangga untuk memenuhi *demand* yang ada.

### **2.3 *Inventory Management***

*Inventory* dapat didefinisikan sebagai barang *idle* yang menunggu untuk diselesaikan, dijual, ataupun digunakan di masa mendatang (Tersine, 1994). *Inventory* merupakan material (barang) yang disimpan untuk dijual atau digunakan

untuk *input* pada proses produksi mendatang (Arnold, 1994). *Inventory management* bertanggung jawab terhadap perencanaan dan control terhadap *inventory* mulai dari *raw material* hingga ke konsumen.

*Aggregate inventory management* yaitu bagaimana mengatur *inventory* berdasarkan klasifikasinya dan juga fungsi dari adanya *inventory*. *Aggregate inventory* berorientasi dan fokus pada biaya dan manfaat dari adanya *inventory*. *Aggregate inventory management* meliputi tipe dari *inventory* berdasarkan alirannya, pola *supply* dan *demand*, fungsi dari *inventory*, tujuan *inventory*, serta komponen biaya *inventory*.

Menurut Arnold (1994) *inventory* terbagi atas lima macam tipe yaitu *raw material*, *work in process*, *finished goods*, *distribution inventory* serta *maintenance, repair and operational supplies* (MROs). *Raw materials* merupakan barang yang dibeli dari supplier yang akan dijadikan sebagai *input* pada proses produksi. *Raw materials* ini akan diproses untuk menjadi *in process goods* maupun menjadi *finished good*. *Work in process* yaitu barang yang telah melalui proses sebelumnya dan menunggu untuk proses berikutnya. *Finished good* yaitu produk akhir yang telah menyelesaikan serangkaian proses produksi dan siap untuk dijual, didistribusikan dan digunakan. *Distribution inventory* yaitu *finished good* yang berada pada *distribution facilities*. MROs yaitu barang digunakan pada proses produksi namun tidak menjadi bagian dari produk. Adapun contoh dari MROs yaitu *hand tools, spare parts*, pelumas dan sebagainya.

*Demand* dari sebagian besar produk biasanya fluktuatif, sedangkan proses produksi biasanya dilakukan dalam *batch*. Dalam proses produksi biasanya tidak semua mesin menghasilkan *output* yang sama tiap *batch* nya. Kondisi ini tentu saja akan menimbulkan *raw materials* ataupun *work in process inventory*. Selain itu, pola *demand* produk juga fluktuatif tiap periodenya, sementara proses produksi memiliki kapasitas dan berjalan lebih stabil tiap hari atau periodenya. Untuk memenuhi *demand* yang fluktuatif ini maka akan timbul *finished good* maupun *distribution inventories*.

Adapun fungsi dari adanya *inventory* yaitu sebagai *anticipation stock*, *safety stock*, *lot size inventory* dan *transportation inventory*. *Anticipation inventory* yaitu untuk mengantisipasi *demand* mendatang seperti *inventory* saat *peak selling season*,

*promotion*. *Safety stock* yaitu *inventory* yang ditujukan untuk *cover unpredictable fluctuations* pada suplai maupun *demand*. *Lot size inventory* yaitu persediaan yang muncul karena *economic of scale* dari pembelian *raw material* maupun *economic of scale* dari proses produksi dalam bentuk *lot size*. *Transportation inventory* yaitu *inventory* yang sedang dalam waktu pengiriman dari lokasi asal ke lokasi berikutnya. Biasanya *transportation inventory* ini berada di truk, kapal, dan pada moda transportasi barang lain.

Tujuan dari *inventory management* yaitu untuk memaksimalkan *customer service*, *low cost* operasi pabrik, dan meminimasi *inventory investment*. *Customer service* merupakan ketersediaan suatu barang pada saat dibutuhkan. Adanya *inventory* akan meningkatkan *customer service* karena dapat mengakomodasi *uncertainty*.

Menurut Tersine (1994) komponen biaya *inventory* terdiri atas *purchase cost*, *holding cost*, *ordering cost* dan *stockout cost*. *Purchase cost* yaitu biaya yang harus dikeluarkan untuk membeli barang dari pihak eksternal. *Holding cost* merupakan biaya yang harus dikeluarkan terkait dengan investasi untuk penyimpanan *inventory* dan juga biaya untuk memelihara *inventory*. Besarnya *annual holding cost* biasanya 20%-30% dari harga beli produk (Arnold, 1994). *Ordering cost* yaitu biaya yang harus dikeluarkan terkait dengan pemesanan barang kepada pihak luar. Adapun yang termasuk *ordering cost* yaitu *making requisition*, melakukan analisis terhadap berbagai supplier, membuat *purchase orders*, dan lain sebagainya. *Stockout cost* adalah biaya yang harus dikeluarkan sebagai konsekuensi adanya *customer's order* yang tidak dapat dipenuhi.

## **2.4 Komponen Biaya Transportasi**

Logistik pengiriman barang dari satu tempat ke tempat lain tentu membutuhkan biaya, di mana biaya ini tergantung dengan tiap layanan transportasinya. Menurut Ballou (1992), biaya transportasi yang harus dibayarkan meliputi *labour cost*, biaya bahan bakar kendaraan, biaya perawatan kendaraan, biaya administratif, dan lain sebagainya. Biaya keseluruhan transportasi ini dapat dibagi menjadi dua yaitu sebagai berikut :

#### **a. Variable Cost**

*Variable cost* merupakan biaya transportasi yang berubah-ubah tergantung dengan layanan yang diberikan, volume dan massa yang diangkut, waktu, dan sebagainya. Semua biaya akan menjadi *variable cost* apabila lamanya waktu dan besarnya volume dipertimbangkan. Biaya transportasi yang biasa disertakan sebagai *variable cost* yaitu *line-haul cost* seperti biaya pekerja, biaya bahan bakar, biaya perawatan mesin, biaya *handling, pick up and delivery*. *Line haul transportation rates* yaitu berdasarkan dua dimensi penting yaitu jarak dan volume. Biaya transportasi akan berubah mengikuti jarak yang harus ditempuh untuk menyalurkan muatan. Hal ini dikarenakan, biaya bahan bakar yang dikeluarkan menyesuaikan dengan jarak yang ditempuh dan biaya pekerja yaitu lama waktu yang dibutuhkan untuk menempuh jarak tersebut. Untuk *variable cost* sendiri yang perlu diperhatikan yaitu terkait *load quantities*. Perlu dipertimbangkan apakah muatan akan dikirim secara *truck load (TL)*, *less than truck load (LTL)*, ataukah *multiple trailer shipment sizes*.

#### **b. Fixed Cost**

Sedangkan *fixed cost* merupakan biaya yang tidak berubah-ubah besaran nilainya. *Fixed cost* biasanya dikeluarkan untuk investasi fasilitas seperti biaya pendirian pabrik atau investasi alat untuk *material handling*. *Fixed cost* seperti biaya investasi alat *handling* tidak dipengaruhi oleh jarak yang harus ditempuh, melainkan biaya yang harus dibayarkan tiap kurun waktu tanpa dipengaruhi pula oleh volume barang.

### **2.5 Konsep Dasar Linear dan Integer Programming**

*Linear programming* merupakan suatu teknik perencanaan yang menggunakan model matematika dengan tujuan menemukan kombinasi-kombinasi produk yang terbaik dalam menyusun alokasi sumber daya yang terbatas guna mencapai tujuan yang digunakan secara optimal (Assauri, 1999). Pendapat lain mengatakan bahwa *Linear programming* merupakan metode atau teknik matematis yang digunakan untuk membantu manajer dalam pengambilan keputusan, adapun ciri khusus penggunaan metode matematis ini adalah perusahaan mendapatkan nilai maksimasi atau minimasi (Yamit, 1996). Berdasarkan pengertian yang

dikemukakan para ahli, dapat diketahui bahwa tujuan dari *linear programming* yaitu mencari pemecahan terhadap permasalahan yang timbul dalam perusahaan, yaitu mencari keadaan yang optimal dengan memperhitungkan batasan-batasan yang ada.

Dalam model *linear programming* terdapat tiga bagian utama yaitu sebagai berikut :

1. Fungsi Tujuan (*Objective Function*)

Fungsi tujuan adalah fungsi yang menggambarkan tujuan dari permasalahan *linear programming* yang berkaitan dengan aturan untuk mengoptimalkan alokasi sumber daya untuk memperoleh hasil yang optimal. Berikut ini merupakan contoh dari fungsi tujuan :

$$\text{Min } Z = C_{ij} \times Q_{ij}$$

2. Fungsi Batasan (*Constrain Function*)

Fungsi batasan adalah memberi batas pada nilai variabel. Misalnya pada contoh *allocation problem*, jumlah produk yang harus diproduksi oleh tiap pabrik harus kurang dari atau sama dengan kapasitas tiap pabrik. Dalam kasus ini, yang disebut sebagai pembatas yaitu kapasitas tiap pabrik. Selain itu jumlah produk yang dibuat harus lebih besar sama dengan nol. Di bawah ini merupakan contoh penulisan fungsi batasan untuk contoh kasus di atas.

a.  $Q_{11} + Q_{12} + \dots + Q_{1j} \leq P_j$

b.  $Q_{ij} \geq 0$

3. Variabel Keputusan (*Decision Variable*)

*Decision variable* adalah nilai yang diubah-ubah untuk mendapatkan hasil yang optimal dari fungsi tujuan yang ditetapkan (minimasi atau maksimasi). Contoh dari *decision variable* yaitu :

- $Q_{ij}$  : Jumlah produk yang harus dikirim dari pabrik i ke gudang penyangga j

Terdapat beberapa macam penyelesaian yang bisa digunakan dalam *linear programming*. Macam-macam penyelesaian dalam *linear programming* ini dibedakan berdasarkan variabel yang ingin dicari, salah satunya yaitu *Integer Linear Programming (ILP)*. *Integer Linear*

*Programming* digunakan untuk menyelesaikan masalah di mana variabel yang ingin dicari bernilai *integer*.

## **2.6      *Critical Review***

Permasalahan yang diangkat pada penelitian kali ini yaitu distribusi *multi echelon*. Pada penelitian terdahulu, terdapat dua penelitian yang mengangkat permasalahan mengenai distribusi *multi echelon*. Penelitian pertama yaitu mengenai analisa biaya distribusi semen dengan adanya *packing plant* (Madasari, 2012). Penelitian lain yaitu mengenai jaringan distribusi *multi echelon* untuk produk multi item pada perusahaan pakan ternak (Sulistyowati, 2010). Adapun metode yang digunakan pada kedua penelitian terdahulu yaitu *Mixed Integer Linear Programming (MILP)*, sedangkan pada penelitian ini yaitu *Integer Linear Programming (ILP)* menggunakan LINGO. Tabel perbandingan antara penelitian terdahulu dan penelitian sekarang dapat dilihat pada Tabel 2.1 di bawah ini. Selain itu juga terdapat beberapa referensi dari jurnal yang terkait dengan alokasi yang optimal pada jaringan distribusi, dapat dilihat pada Tabel 2.2 di bawah ini.

Tabel 2. 1 Perbandingan Penelitian Ini Dengan Penelitian Terdahulu

Parameter	Penelitian Madasari (2012)	Penelitian Sulistyowati (2010)	Penelitian Ini (2016)
Judul	Analisa Biaya Distribusi dan Transportasi Untuk Jaringan Distribusi Semen Dengan Adanya <i>Packing Plant</i>	Model Jaringan Distribusi Multi Eselon untuk Produk Multi Item PT. Gold Coin Surabaya	Optimasi Jaringan Distribusi Multi Eselon Pupuk Petroganik Dengan Mempertimbangkan <i>Inventory</i> . Studi Kasus : PT. Petrokimia Gresik
Tujuan	Menghasilkan model untuk optimasi alokasi jaringan distribusi semen	Menentukan alokasi multi eselon untuk produk multi item	Menghasilkan model optimasi alokasi multi eselon dengan mempertimbangkan <i>inventory</i>
	Membandingkan efisiensi biaya distribusi setelah adanya <i>packing plant</i>	Menentukan gudang mana yang seharusnya dibuka untuk meminimumkan total <i>operational cost</i>	Menentukan alokasi pengiriman produk multi eselon
	Mengetahui alokasi jaringan distribusi semen setelah adanya <i>packing plant</i>	Menentukan batas kelangsungan kebijakan pembukaan gudang	
Kondisi	<i>Single product, single plant, multi warehouse, multi packing plant, multi distributor</i>	<i>Single plant, multi product, multi warehouse</i>	<i>Single product, multi plants, multi warehouse, initial inventory &amp; ending inventory pada tiap gudang</i>
Metode	<i>Mixed Integer Linear Programming (MILP)</i>	<i>Mixed Integer Linear Programming (MILP)</i>	<i>Integer Linear Programming (ILP)</i>

Parameter	Penelitian Wahyu (2012)	Penelitian Heni (2010)	Penelitian Ini (2016)
<i>Output</i>	Jumlah produk yang dikirim ke tiap-tiap <i>echelon</i> , biaya distribusi dan transportasi setelah adanya <i>packing plant</i> , penghematan biaya distribusi dan transportasi sebelum dan sesudah adanya <i>packing plant</i>	Gudang yang dibuka, jumlah produk tiap item yang harus diproduksi, jumlah produk tiap item yang dikirim ke tiap gudang, biaya total, dan batas kelangsungan pembukaan gudang	Jumlah produk yang diproduksi tiap pabrik, alokasi pengiriman produk dari tiap pabrik ke gudang penyangga, biaya distribusi dan <i>inventory cost</i> yang optimal

Tabel 2. 2 Referensi Jurnal Yang Mendukung Penelitian Ini

Parameter	Panagiotis Tsiakis & Papagergiou (2008)	L. Di Pilla et al (2015)	Penelitian Ini
Judul	<i>Optimal Production Allocation &amp; Distribution Supply Chain Networks</i>	<i>Optimizing The Distribution of Italian Building Energy Retrofit Incentives With Linear Programming</i>	Optimasi Jaringan Distribusi Multi Eselon Pupuk Petroganik
Tujuan	Mengoptimalkan konfigurasi produksi & jaringan distribusi dengan mempertimbangkan batasan operasional & finansial	Mengoptimalkan <i>the evaluation of retrofit incentives</i>	Menghasilkan model optimasi alokasi multi eselon yang juga mempertimbangkan <i>inventory</i>
	-	-	Menghasilkan konfigurasi alokasi berdasarkan kenaikan atau penurunan <i>demand</i> tiap periode dengan biaya yang optimal
Kondisi	Multi produk, multi eselon, multi <i>plant</i> , multi <i>distribution centers</i> , multi <i>retailers</i>	<i>Single</i> produk, <i>single</i> eselon, multi <i>retrofit building</i> , multi zona	<i>Single</i> produk, multi eselon, multi <i>plants</i> , multi <i>warehouses</i> , multi <i>cities</i>
Metode	MILP	ILP	ILP



Parameter	Panagiotis Tsiakis & Lazaros G. Papageorgiou (2007)	L. Di Pilla et al (2015)	Penelitian Ini
Objective Function Model	Minimasi biaya	Minimasi biaya	Minimasi biaya
	-	Maksimasi penghematan energi	-
Komponen Biaya	Biaya operasional & infrastruktur	Biaya <i>retrofit</i>	Biaya operasional
Output	Konfigurasi produksi dan jaringan distribusi yang optimal	Jumlah dari <i>retrofit actions</i>	Konfigurasi alokasi pengiriman yang optimal
	Buka atau tutup <i>distribution center</i>	Jumlah <i>retrofit</i> yang disalurkan	
Sistem Distribusi	<i>Open System</i>	<i>Open System</i>	<i>Open System</i>
Catatan	Tidak memperhatikan adanya <i>inventory</i>	Tidak memperhatikan adanya <i>inventory</i>	Mempertimbangkan adanya <i>inventory</i>

Berdasarkan Tabel 2.2 dapat kita lihat bahwa metode yang digunakan pada kedua jurnal tersebut sebenarnya yaitu sama-sama *linear programming*. Hanya saja yang membedakan dari kedua jurnal tersebut yaitu pada *decision variable*. Pada jurnal *Optimal Allocation & Distribution Supply Chain Network*, *decision variabel* bertipe *integer* dan *biner* sehingga metodenya disebut sebagai *Mixed Integer Linear Programming* (Tsiakis & Papageorgiou, 2007). Sedangkan jurnal *Optimizing The Distribution of Italian Building Energy Retrofit Incentives With Linear Programming*, *decision variable* yaitu hanya *integer* sehingga metodenya yaitu *Integer Linear Programming* (Pilla, et al., 2015). Pada penelitian tugas akhir ini, *decision variable* hanya berupa *integer* sehingga metodenya yaitu *Integer Linear Programming*.

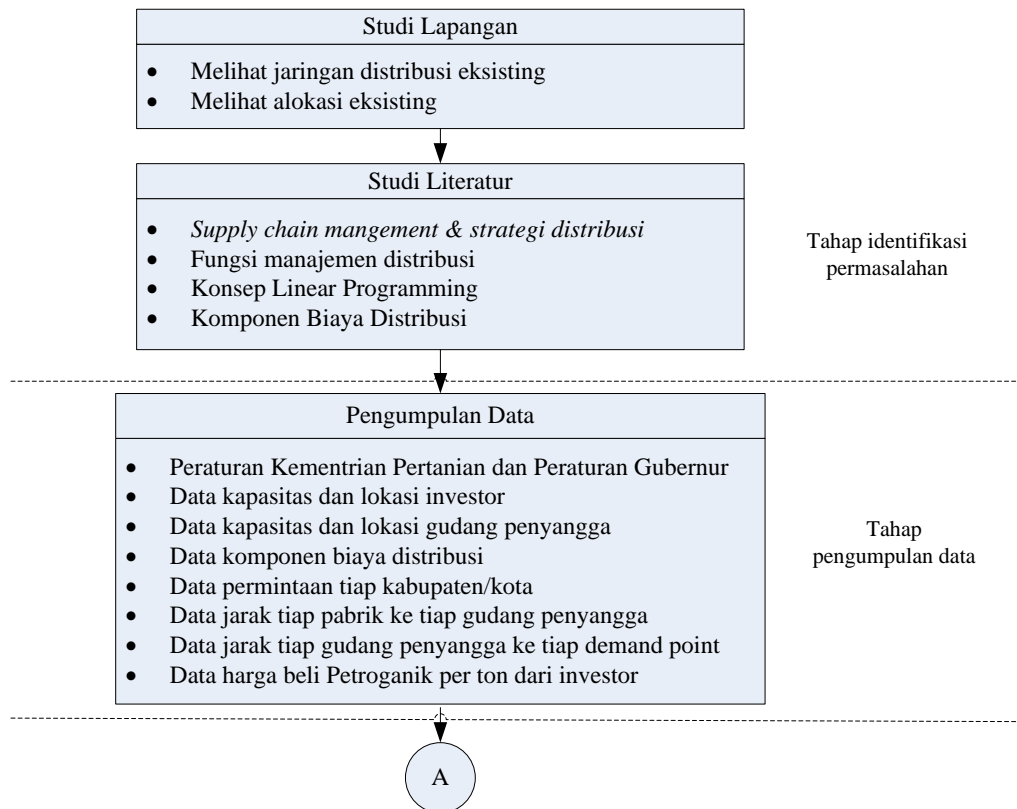
## BAB 3

### METODOLOGI PENELITIAN

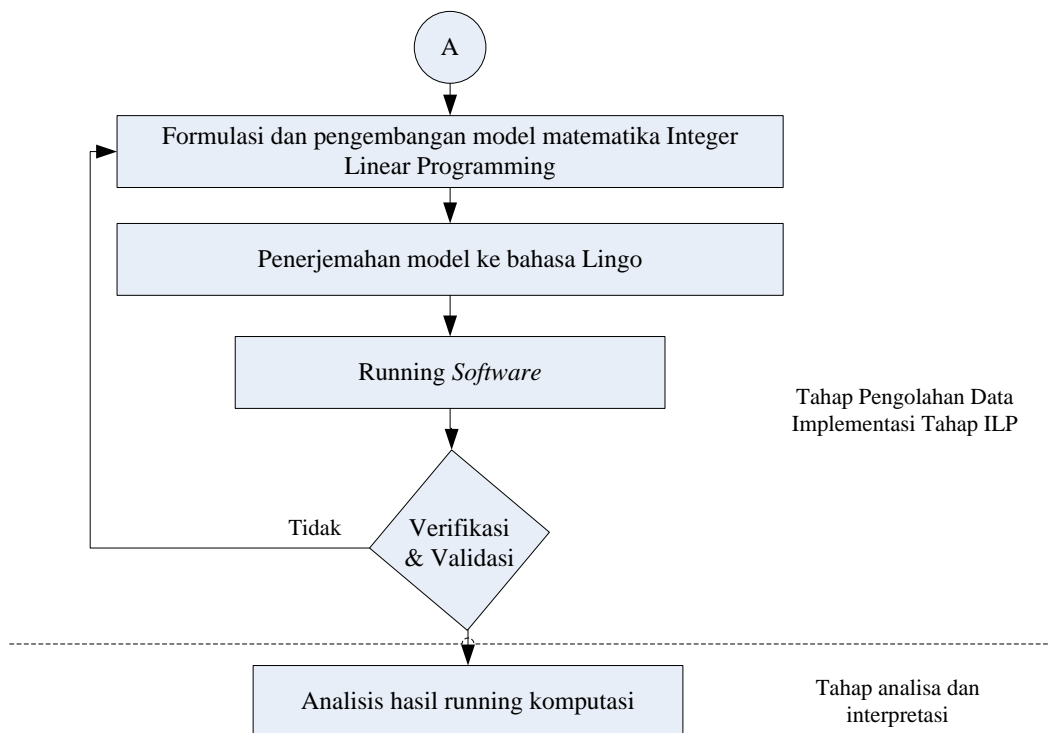
Pada bab ini akan dijelaskan alur pelaksanaan penelitian tugas akhir yang menjadi dasar pelaksanaan penelitian.

#### 3.1 *Flowchart* Penelitian

Berikut ini merupakan alur pelaksanaan penelitian dalam bentuk *flowchart*.



Gambar 3. 1 Metodologi Penelitian



Gambar 3. 1 Metodologi penelitian (lanjutan)

### 3.2 Tahap Identifikasi Permasalahan

Pada tahap ini dilakukan studi lapangan untuk mempelajari bagaimana sistem distribusi eksisting serta bagaimana alokasi eksisting pupuk Petroganik di PT Petrokimia Gresik. Selanjutnya akan dilakukan studi literatur yang berkorelasi dan mendukung penelitian tugas akhir ini. Adapun beberapa literatur yang mendukung penelitian tugas akhir ini yaitu seperti *supply chain management* dan strategi distribusi, fungsi manajemen distribusi, *inventory management*, komponen biaya transportasi dan juga konsep dasar *integer linear programming*.

### 3.3 Tahap Pengumpulan Data

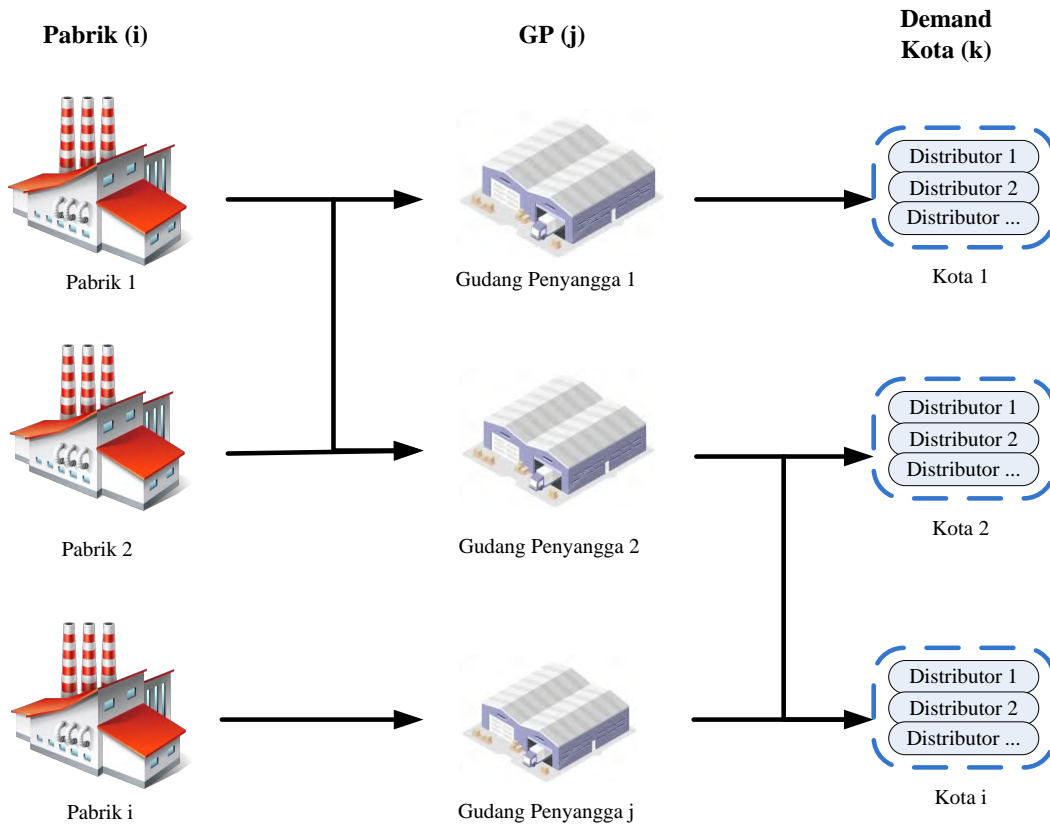
Tahap pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh data yang menunjang tujuan penelitian. Adapun data yang dikumpulkan antara lain :

1. Sistem distribusi pupuk Petroganik eksisting di PT. Petrokimia Gresik

2. Data demand tiap kabupaten/kota berdasarkan Peraturan Kementerian Pertanian dan Peraturan Gubernur untuk wilayah Jawa Timur, Jawa Tengah, dan Yogyakarta
3. Data gudang penyangga (lokasi dan kapasitas simpan gudang penyangga di Jawa Timur, Jawa Tengah, dan Yogyakarta)
4. Data biaya transportasi, tingkat kesulitan medan serta kapasitas truk yang bisa masuk gudang penyangga
5. Data pabrik investor (lokasi, kapasitas produksi, dan batasan minimal produksi di Jawa Timur, Jawa Tengah, dan Yogyakarta)
6. Data jarak dari tiap pabrik ke tiap gudang penyangga yang tersebar di Jawa Timur, Jawa Tengah, dan Yogyakarta
7. Data jarak dari tiap gudang penyangga ke tiap *demand point* kota atau kabupaten yang ada di Jawa Timur, Jawa Tengah, dan Yogyakarta.
8. Data harga beli Petroganik dari investor tiap ton

### 3.4 Pengolahan Data

Terdapat dua tahapan dalam mengimplementasikan *distribution network design* menggunakan ILP. Langkah pertama yaitu memformulasikan permasalahan ke dalam model matematis. Langkah yang ke dua yaitu memformulasikan model matematis ke dalam bahasa LINGO. Model yang dibuat dalam *software* LINGO harus diverifikasi dan divalidasi untuk mengevaluasi dan memastikan apakah model sesuai dengan model matematis dan kondisi eksisting. Setelah model valid dan *verified*, maka selanjutnya model LINGO akan *dirunning* untuk mendapatkan hasil yang diinginkan. Adapun kondisi yang ingin diteliti yaitu ditunjukkan pada Gambar 3.2 di bawah ini. Alokasi distribusi Petroganik terdiri atas dua eselon. Eselon pertama yaitu alokasi pengiriman dari pabrik ke gudang penyangga. Eselon kedua yaitu alokasi Petroganik untuk memenuhi *demand* dari tiap kota. Eselon kedua ini, Petroganik akan diambil di gudang penyangga oleh para distributor dari masing-masing kota. Sehingga model yang dibuat yaitu alokasi Petroganik dari pabrik investor ke gudang penyangga untuk memenuhi *demand* dari tiap kota per periodenya. Di mana pada gudang penyangga terdapat *inventory finished goods* Petroganik yang harus dipertimbangkan.



Gambar 3. 2 Kondisi yang diamati

#### A. Keterangan Notasi

- $i$  : Pabrik (1, 2, 3, ..., i)
- $j$  : Gudang Peyangga (1, 2, 3, ..., j)
- $k$  : Kota (1, 2, 3, ..., k)
- $t$  : Bulan(1,2,3,...l)
- $nt$  : Bulan Terakhir

#### 1. Parameter

- $P_i$  = Kapasitas Produksi Pabrik  $i$
- $D_i$  = Batas Minimum Produksi Pabrik  $i$
- $P_j$  = Kapasitas Gudang Penyangga  $j$
- $D_{kt}$  = Demand Kota  $k$  Pada Bulan  $t$

$C_{ij}$  = Biaya Transportasi Dari Pabrik  $i$  ke Gudang Penyangga  $j$   
 $C_{jk}$  = Biaya Transportasi Dari Gudang Penyangga  $j$  ke Kota  $k$   
 $IO_j$  = *Initial Inventory* Di Gudang Penyangga  $j$  Awal Bulan *Running*  
 $HC$  = *Holding Cost* Gudang Penyangga Pada Tiap Bulan

## 2. Variabel Keputusan

### a. Integer

Yaitu variabel yang memiliki nilai bulat positif.

$Y_{ijt}$  : Jumlah Produk Dikirim Dari Pabrik  $i$  ke GP  $j$  Bulan  $t$

$X_{jkt}$  : Jumlah Produk Dikirim Dari GP  $j$  Ke *Demand*  $k$  Bulan  $t$

$El_{jt}$  : *Ending Inventory* Di Gudang Penyangga  $j$  Pada Bulan  $t$

## B. Objective Function

Minimum :

$Z$  = Biaya transportasi dari pabrik  $i$  ke gudang penyangga  $j$  tiap bulan  $t$   
 + Biaya transportasi dari gudang penyangga  $j$  ke kota  $k$  tiap bulan  $t$  + biaya  
*inventory* pada gudang penyangga  $j$  tiap bulan  $t$

$$Z = \sum_{ijt} Y_{ijt} \cdot C_{ij}(t \neq 1 \text{ \& } t \neq nt) + \sum_{jkt} X_{jkt} \cdot C_{jk}(t \neq 1 \text{ \& } t \neq nt) + \sum_{jt} IT_{jt} \cdot HC(t \neq 1 \text{ \& } t \neq nt) , \dots \dots \dots (1)$$

## C. Konstrain

Adapun konstrain yang terdapat pada model yang dibuat yaitu sebagai berikut :

### 1. Konstrain Kapasitas Produksi

$$\sum_j Y_{ijt} \leq P_i, \forall it (t \neq 1 \text{ \& } t \neq nt) \dots \dots \dots (2)$$

Jumlah produk yang disalurkan dari tiap pabrik  $i$  ke gudang penyangga  $j$  tiap bulan  $t$  harus kurang dari atau sama dengan kapasitas produksi pabrik  $i$ .

### 2. Konstrain Minimal Produksi

$$\sum_j Y_{ijt} \geq D_i, \forall it (t \neq 1 \text{ \& } t \neq nt) \dots \dots \dots (3)$$

Jumlah produk yang disalurkan dari tiap pabrik  $i$  ke gudang penyangga  $j$  tiap bulan  $t$  harus lebih besar atau sama dengan batasan minimal produksi.

Pada kondisi eksisting, batasana minimal produksi setiap pabrik per bulan yaitu 83 ton.

**3. Konstrain Pemenuhan Demand**

$$\sum_j X_{jkt} = D_{kt} , \forall kt (t \neq 1 \& t \neq nt) \dots\dots\dots(4)$$

Jumlah produk yang dikirim ke tiap kota  $k$  dari gudang penyangga  $j$  tiap bulan  $t$  harus sama dengan *demand* kota  $k$ .

**4. Konstrain Keseimbangan Barang Masuk & Keluar di Gudang Penyangga**

$$\sum_i Y_{ijt} + El_{j(t-1)} = \sum_k X_{jkt} + El_{jt} , \forall jt (t \neq 1 \& t \neq nt) \dots(5)$$

Jumlah produk yang diterima gudang penyangga  $j$  dan *inventory* yang berada di gudang penyangga  $j$  harus lebih besar dari jumlah produk yang dikirim dari gudang penyangga  $j$  tiap bulan dan nilai *ending inventory* yang diinginkan pada tiap bulan  $t$ .

**5. Konstrain Kapasitas Gudang Penyangga**

$$\sum_i Y_{ijt} + El_{j(t-1)} \leq P_j , \forall jt (t \neq 1 \& t \neq nt) \dots\dots\dots(6)$$

Jumlah produk yang disalurkan melalui gudang penyangga  $j$  ditambah jumlah *inventory* yang berada di gudang penyangga  $j$  tiap bulan  $t$  harus kurang dari atau sama dengan kapasitas gudang penyangga  $j$ .

**6. Konstrain Update Pada Inventory**

$$El_{j1} = IO_j , \dots\dots\dots(7)$$

$$El_{jt} \geq \left( \sum_k D_{k(t+1)} \cdot 0.25 : \sum_j P_j \right) \cdot P_j ,$$

$$\forall jt (t \neq 1 \& t \neq nt) \dots\dots\dots(8)$$

Ke tiga persamaan di atas yaitu untuk mengupdate nilai *initial inventory* dan *ending inventory* pada tiap gudang penyangga  $j$  setiap bulan  $t$ . Adapun nilai *ending inventory* pada bulan  $t$  yaitu cukup untuk *cover demand* seminggu ke depan. Sehingga apabila diprosentasekan, maka *ending inventory* di setiap gudang penyangga yaitu lebih besar atau sama dengan 25% dari *demand* bulan berikutnya dibagi dengan total kapasitas gudang penyangga dikalikan dengan kapasitas tiap gudang penyangga. Kondisi ini dapat

diterapkan apabila total *demand* dari tiap periode berada pada *range* 20%-60% dari total kapasitas gudang penyangga.

**7. Konstrain *Integer***

$$\sum_{ijt} Y_{ijt} = Integer \text{ dan } \sum_{jkt} X_{jkt} = Integer, \dots\dots\dots(9)$$

$$El_{jt} = Integer, \dots\dots\dots(9)$$

Semua *decision variable* bernilai *integer*.

**3.5 Penerjemahan Model Matematis Ke Bahasa LINGO**



Pada tahap ini akan dilakukan penerjemahan dari model matematis *linear programming* yang telah dikembangkan ke bahasa LINGO.

### **3.6 Running Komputasi**

Pada tahap ini akan dilakukan *running* komputasi model menggunakan *software* LINGO. Tahapan ini dimulai dengan memasukkan data yang dibutuhkan ke dalam formulasi yang telah dibuat. Selanjutnya *running* hingga tujuan yang telah ditetapkan tercapai.

### **3.7 Verifikasi dan Validasi**

Pada tahap ini akan dilakukan uji verifikasi dan validasi terhadap model dengan cara menerapkan model pada skala kecil. Verifikasi dilakukan dengan mengecek apakah terjadi eror atau tidak dan juga dengan mengecek *script* apakah formulasi sudah sesuai dengan model matematis. Apabila tidak terjadi eror dan *script* sesuai model matematis, maka model *verified*. Sehingga dapat dilakukan *running* komputasi untuk skala kecil. Apabila hasil komputasi relevan yaitu tidak ada konstrain yang dilanggar maka model dapat dikatakan valid. Model yang *verified* dan valid selanjutnya dapat diterapkan pada permasalahan yang sebenarnya.

### **3.8 Tahap Analisa dan Pembahasan**

Pada tahap ini akan dilakukan analisa terhadap hasil *running* komputasi dari LINGO. Adapun yang dianalisa yaitu terkait dengan konfigurasi alokasi tiap bulan berdasarkan kenaikan atau penurunan *demand* nya.

## **BAB 4**

### **PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Pada bab ini akan dilakukan pengumpulan data terkait dengan penelitian tugas akhir. Dan selanjutnya akan dilakukan pengolahan data dari data yang telah dikumpulkan untuk menyelesaikan Tugas Akhir.

#### **4.1 Pengumpulan Data**

Proses pengumpulan data yang dibutuhkan pada penelitian ini dilakukan dengan mengunjungi perusahaan terkait yaitu PT Petrokimia Gresik, terutama pada Departemen Yankomduk sebagai departemen yang menangani pemasaran produk Petroganik dan juga Departemen Distribusi yang menangani distribusi pupuk Petroganik. Selain itu proses pengumpulan data juga didapatkan dari sumber lain seperti internet dan juga *software Google Maps*. Data-data yang didapatkan berupa data sekunder yang berasal dari data perusahaan maupun dari sumber lain. Data yang didapatkan antara lain data lokasi dan kapasitas pabrik, lokasi dan kapasitas gudang penyangga, *demand* kabupaten/kota, data jarak dari pabrik ke gudang penyangga, data jarak dari gudang penyangga ke tiap kabupaten/kota, serta data biaya transportasi pada beberapa rute dan juga harga beli Petroganik per ton dari investor.

##### **4.1.1 Data Lokasi dan Kapasitas Pabrik Investor**

Pada bagian ini akan dipaparkan mengenai data lokasi dan kapasitas pabrik investor yang berada di Provinsi Jawa Timur, Jawa Tengah, dan Yogyakarta. Data pabrik investor yang didapatkan berupa lokasi pabrik dan data kapasitas pabrik tiap investor. Data kapasitas yang didapatkan yaitu kapasitas maksimal dan minimal produksi tiap pabrik setiap bulan. Berdasarkan data lokasi pabrik, selanjutnya dilakukan visualisasi pada peta dengan menggunakan bantuan *software Google Maps*. Gambar 4.1 merupakan hasil gambar visualisasi lokasi pabrik.



Gambar 4. 1 Lokasi Pabrik Pupuk Petroganik di Jawa Timur, Jawa Tengah, Yogyakarta

Jumlah total pabrik pupuk Petroganik yang beroperasi pada tahun 2016 yaitu sebanyak 136 pabrik. Lokasi dari pabrik-pabrik ini tersebar di berbagai kota/kabupaten di Provinsi Jawa Timur, Jawa Tengah dan Yogyakarta. Daftar alamat pabrik dan kapasitasnya dapat dilihat pada **Lampiran A**.

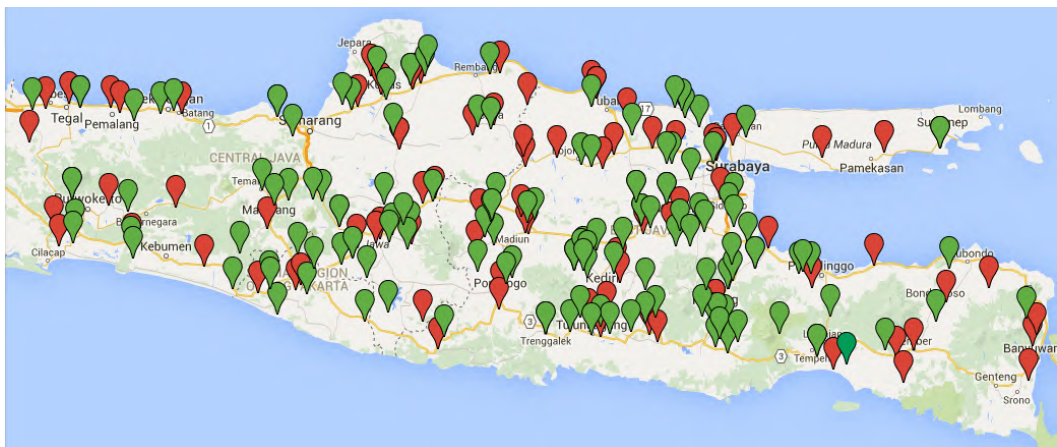
#### 4.1.2 Data Lokasi dan Kapasitas Gudang Penyangga

Pada bagian ini akan dipaparkan mengenai data lokasi dan kapasitas dari gudang penyangga yang berada di Provinsi Jawa Timur, Jawa Tengah, dan Yogyakarta. Data terkait gudang penyangga yang didapatkan berupa lokasi gudang penyangga dan juga kapasitas gudang penyangga untuk pupuk Petroganik. Data lokasi gudang penyangga selanjutnya akan di visualisasi pada peta dengan menggunakan bantuan *software Google Maps* yang ditunjukkan pada Gambar 4.2 di bawah ini. Jumlah total gudang penyangga yang berada di Jawa Timur, Jawa Tengah, dan Yogyakarta yaitu 113 gudang penyangga. Daftar lokasi dan kapasitas gudang penyangga pupuk Petroganik dapat dilihat pada **Lampiran B**.



Gambar 4. 2 Peta Lokasi Gudang Penyangga di Jawa Timur, Jawa Tengah, dan Yogyakarta

Data lokasi pabrik dan gudang penyangga selanjutnya divisualisasikan dengan menggunakan *software Google Maps* dapat dilihat pada Gambar 4.3. Visualisasi untuk menunjukkan persebaran pabrik terhadap gudang penyangga.



Keterangan



: Pabrik



: Gudang Penyangga

Gambar 4. 3 Ilustrasi Lokasi Pabrik & Gudang Penyangga

#### **4.1.3 Demand Petroganik Tiap Kota**

Pada bagian ini akan dipaparkan mengenai data *demand* pupuk Petroganik dari tiap kota atau kabupaten yang ada di Jawa Timur, Jawa Tengah, dan Yogyakarta pada tahun 2016. Seperti yang telah kita ketahui bahwa pupuk Petroganik merupakan pupuk bersubsidi, sehingga penentuan *demand* berdasarkan ketetapan pemerintah. Setiap tahunnya Kementerian Pertanian membuat peraturan alokasi jatah pupuk Petroganik untuk setiap provinsi di seluruh Indonesia.

Hasil dari Peraturan Kementerian Pertanian selanjutnya akan diserahkan kepada Gubernur tiap provinsi. Gubernur dan dinas yang berwenang membuat Peraturan Gubernur untuk membuat pembagian jatah *demand* Petroganik tiap provinsi yang telah diberikan menjadi *demand* Petroganik per bulan untuk tiap kota atau kabupaten di provinsi tersebut. Pembagian *demand* Petroganik per bulan untuk tiap kota atau kabupaten di Jawa Timur, Jawa Tengah dan Yogyakarta dapat dilihat pada **Lampiran C**.

#### **4.1.4 Harga Beli Petroganik**

Harga beli Petroganik dari investor yaitu sama untuk seluruh investor. Harga beli pupuk Petroganik dari investor untuk tahun 2016 yaitu Rp 1,130,000 per ton. Harga beli ini dibutuhkan untuk menentukan besarnya biaya *holding cost* pupuk Petroganik di gudang penyangga tiap periode.

#### **4.1.5 Biaya Distribusi**

Kondisi data biaya transportasi yang dimiliki oleh PT Petrokimia Gresik saat ini yaitu hanya untuk rute yang biasanya dilakukan pengiriman. Sehingga untuk mengestimasi biaya transportasi dari tiap rute, akan dilakukan regresi *linear* terhadap data yang ada. Dari regresi *linear* ini akan diketahui persamaan untuk mengestimasi biaya transportasi.

Sebelum melakukan regresi *linear* perlu dilakukan identifikasi terhadap faktor apa saja yang mempengaruhi biaya transportasi. Untuk itu dilakukan wawancara kepada tiga transportir pupuk Petroganik. Tiga transportir yang diwawancarai yaitu transportir A, B dan C. Berdasarkan informasi dari transportir A, B dan C dapat ditarik kesimpulan bahwa faktor utama yang mempengaruhi biaya

transportasi pengiriman yaitu jarak yang harus ditempuh. Data jarak yang ditempuh oleh tiap rute dari pabrik ke gudang penyangga didapatkan dengan bantuan *software googlemaps* berdasarkan lokasi pabrik dan gudang penyangga. Selain itu juga terdapat faktor lain yang mempengaruhi yaitu tingkat kesulitan medan yang dilalui. Berdasarkan hasil *interview* dengan ketiga transportir maka akan disajikan tabel mengenai tingkat kesulitan medan yang ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Tingkat Kesulitan Medan Berdasarkan Hasil *Interview* Transportir

No	Tingkat Kesulitan Medan	Deskripsi
1	1	Kombinasi hanya jalan tol dan jalan arteri. Jalan tidak berkelok-kelok. Tidak melintasi perbukitan dan pegunungan. Jenis medan mayoritas datar (D).
2	2	Kombinasi hanya jalan tol, jalan arteri dan jalan kolektor. Jalan tidak berkelok-kelok. Tidak melintasi pegunungan dan perbukitan. Jenis medan mayoritas datar (D).
3	3	Melintasi jalan lokal. Jalan tidak berkelok-kelok. Tidak melintasi pegunungan dan perbukitan. Jenis medan mayoritas datar (D).
4	4	Kombinasi hanya jalan tol dan jalan arteri. Jalan sedikit berkelok-kelok. Melintasi perbukitan. Jenis medan berbukit (B).
5	5	Kombinasi jalan tol, jalan arteri, dan jalan kolektor. Jalan sedikit berkelok-kelok. Melintasi perbukitan. Jenis medan berbukit (B).
6	6	Melintasi jalan lokal. Jalan sedikit berkelok-kelok. Melintasi perbukitan. Jenis medan berbukit (B).
7	7	Kombinasi jalan tol dan jalan arteri. Jalan berkelok-kelok. Melintasi pegunungan. Jenis medan pegunungan (D).
8	8	Kombinasi jalan tol, jalan arteri, dan jalan kolektor. Jalan berkelok-kelok. Melintasi pegunungan. Jenis medan pegunungan (D).
9	9	Melintasi jalan tol. Jalan berkelok-kelok. Melintasi pegunungan. Jenis medan pegunungan (D).

Tabel 4.1 di atas akan dijadikan sebagai dasar dalam menentukan tingkat kesulitan medan dari tiap rute pengiriman baik dari pabrik ke gudang penyangga, maupun dari gudang penyangga ke kota.

Selain kedua faktor yang telah disebutkan oleh transportir, pihak perusahaan juga menambahkan bahwa ukuran kendaraan yang bisa masuk ke gudang penyangga juga mempengaruhi besarnya biaya transportasi. Ukuran kendaraan ini mempengaruhi kapasitas yang dapat diangkut. Semakin besar kapasitas yang dapat diangkut oleh suatu kendaraan, maka akan semakin murah biaya transportasi per tonny dan juga sebaliknya. Saat ini terdapat beberapa ukuran kendaraan berdasarkan kapasitas yang dapat diangkut. Tabel 4.2 merupakan tingkat ukuran kendaraan dan juga kapasitas yang dapat diangkut oleh kendaraan.

Tabel 4. 2 Ukuran Kendaraan Dan Kapasitasnya

No	Kendaraan	Kapasitas (Ton)
1	1	60
2	2	50
3	3	45
4	4	40
5	5	35
6	6	33.5
7	7	30
8	8	25
9	9	20

Tabel 4.2 dapat dilihat bahwa semakin kecil ukuran kendaraan maka semakin besar kapasitas dari kendaraan tersebut dan sebaliknya. Tabel 4.3 di bawah ini merupakan data ukuran kendaraan yang bisa masuk pada setiap gudang penyangga.

Tabel 4. 3 Ukuran Kendaraan Yang Bisa Masuk Pada Tiap Gudang Penyangga

No	Gudang Penyangga	Ukuran	No	Gudang Penyangga	Ukuran
1	Bangkalan Socah	8	58	Trenggalek	7
2	Banyuwangi Rg Jampi	5	59	Tuban 1 Jenu	2
3	Banyuwangi 5 Kalipuro	4	60	Tuban 2 Palang	3
4	Banyuwangi 5 Kalipuro	4	61	Tuban Beji	2
5	Banyuwangi DC Ketapang	2	62	Tuban Beji	2
6	Banyuwangi Singo Juruh	2	63	Tulungagung 1 Ngunut	2
7	Blitar 1 Talun	2	64	Tulungagung 2 Ngantru	1

No	Gudang Penyangga	Ukuran	No	Gudang Penyangga	Ukuran
8	Blitar 2 Wlingi	1	65	Banjarnegara 1	5
9	Bojonegoro 1 Baureno	5	66	Pekalongan S Parman	5
10	Bojonegoro 2 SB Rejo	5	67	Banyumas 2 Cilongok	2
11	Bojonegoro 3 Padangan	5	68	Banyumas 3 Wangon	1
12	Bojonegoro 4 Kalitidu	4	69	Batang Sambong	3
13	Bojonegoro 5 Temayang	5	70	Blora 1 Cepu	1
14	Bondowoso 1 Tangsil	4	71	Blora 3 Bangle	4
15	Gresik - KIG Blok Q	1	72	Blora 4 Ngawen	4
16	Gresik - KIG Blok I	1	73	Blora Rd Blatung	5
17	Gresik Romo Mdrn	7	74	Boyolali	3
18	Gresik Tri Darma	3	75	Semarang	2
19	Jember 1 Rambipuji	3	76	Brebes 1 Wonosari	1
20	Jember 2 Ambulu	3	77	Brebes 2 Larangan	3
21	Jember 3 Puger	3	78	Cilacap 1 Kesugihan	1
22	Jombang Gt Subroto	5	79	Demak 1 Mranak Wonosalam	7
23	Jombang Peterongan	5	80	Demak 2 Trengguli Wonosalam	7
24	Kediri 1 Kayen	3	81	Demak 3 Gajah	3
25	Kediri 2 Ringin Rejo	1	82	Jepara 1 Mayong	1
26	Kediri 3 Gurah	1	83	Karangannya	3
27	Lamongan 1	4	84	Kebumen Purbowangi	1
28	Lamongan 3 Pucuk	4	85	Kendal 2 Wonorejo	4
29	Lumajang 2 Tempeh	7	86	Klatan 1 Ceper	6
30	Lumajang 3 Rawokangkung	4	87	Klaten 2 Delanggu	1
31	Madiun 1 Sb Bening	5	88	Kudus Purwosari	3
32	Madiun 2 Jerukgulung	1	89	Magelang Mertoyudan	5
33	Magetan	6	90	Pati 1 Margorejo	4
34	Malang 1 Buring	2	91	Pati 2 Gajah Mati	4
35	Malang 3 Sukun	1	92	Pati 4 Sokokulon	4
36	Malang 2 Bakalan	1	93	Pemalang 1 HCaminoto	4
37	Mojokerto 1	7	94	Pemalang 2 Taman	4
38	Mojokerto 2 Trowulan	2	95	Purbalingga Kalikabong	4
39	Mojokerto 3 Kemlagi	1	96	Purwodadi 1-Grobogan	2
40	Nganjuk 2 Loceret	1	97	Purwodadi 2	2
41	Nganjuk 3 Loceret	1	98	Purworejo 1 Butuh	3
42	Ngawi 1 Geneng	4	99	Rembang 1 Gapura	3
43	Ngawi 2 Karangjati	1	100	Rembang 2 Lasem	3
44	Ngawi 3 Paron	5	101	Sragen Ngrampal	4
45	Pacitan - Menadi	6	102	Sragen 2 Sambang Macan	6
46	Pamekasan 1 Larangan	7	103	Sukoharjo 1 Veteran	3
47	Pamekasan Galis	7	104	Sukoharjo 2 Baki	3



No	Gudang Penyangga	Ukuran	No	Gudang Penyangga	Ukuran
48	Pasuruan 2 Kejayen	7	105	Tegal 1 Pelabuhan	3
49	Pasuruan 3 Pelabuhan	7	106	Tegal 3 Kramat	1
50	Ponorogo 1 Cokro M	4	107	Temanggung	5
51	Ponorogo 2 Balong	2	108	Wonosobo	3
52	Probolinggo 1 Paiton	4	109	Wonogiri 2 Ngambangan	1
53	Probolinggo 2 Wonomerto	4	110	Bantul - Sewon	7
54	Sidoarjo 2 By Pass	4	111	Wates	7
55	Sampang - Torjun	8	112	Yogyakarta Pramuka	7
56	Situbondo 1 Arjasa	4	113	Gunung Kidul	7
57	Sumenep 1 Saronggi	8			

Data rute pengiriman Petroganik yang telah didapatkan selanjutnya disebarkan kepada transportir untuk mengetahui tingkat kesulitan medan pada tiap rute. Dari tiap rute dipetakan jarak yang ditempuh dan juga ukuran kendaraan yang dapat masuk pada gudang penyangga tujuannya. Data rute pengiriman Petroganik beserta biaya dan juga rekap dari faktor jarak, kesulitan medan dan ukuran kendaraan akan ditampilkan pada **Lampiran D**.

Data rute pengiriman yang didapatkan yaitu sebanyak 62 data. Sehingga untuk mengetahui nilai tiap faktor dari tiap rute pengiriman maka harus dilakukan pemetaan. Untuk memetakan tingkat kesulitan medan, penulis menggunakan acuan dari data rute pengiriman yang tersedia, peta demografi Provinsi Jawa Timur, Jawa Tengah, dan Yogyakarta serta dibantu oleh *software googlemaps*.

## 4.2 Pengolahan Data

Pada tahapan pengolahan data akan dilakukan estimasi untuk biaya transportasi dari tiap pabrik ke tiap gudang penyangga dan dari tiap gudang penyangga ke tiap kota. Selanjutnya akan ditampilkan kembali mengenai model matematis yang telah dikembangkan. Dari model matematis akan diterjemahkan ke dalam bahasa LINGO. Pada sub bab ini akan dilakukan uji verifikasi dan validasi pada model. Apabila model *verified* dan valid maka akan dilakukan *running* komputasi.

#### 4.2.1 Biaya Transportasi

Pada bagian ini akan dilakukan estimasi untuk biaya transportasi dari tiap rute pengiriman. Data pengiriman yang tersedia saat ini yaitu hanya untuk rute yang bisanya dilakukan, maka untuk mengetahui biaya transportasi dari setiap rute pengiriman akan menggunakan pendekatan regresi *linear*. Biaya transportasi ini diestimasi berdasarkan rumus persamaan regresi linear dari data pengiriman yang tersedia.

Terdapat tiga uji yang harus dilalui apakah data yang tersedia memenuhi untuk regresi *linear*. Berikut ini uji merupakan beberapa uji yang harus dilakukan :

##### 1. Uji Normalitas

Asumsi normalitas pada data merupakan syarat yang sangat penting untuk regresi linear. Untuk model regresi *linear* multivariabel , asumsi normalitas adalah pada *residual value* dari *dependent variabel*. *Residual value* yaitu perbedaan nilai antara nilai aktual *dependent variable* dengan nilai prediksi dari Minitab. Pada *output* Minitab akan ditunjukkan diagram *nomal probability plot* dan juga grafik histrogram *residual value*. Apabila grafik histrogram *residual value* membentuk kurva distribusi normal dan juga plot *residual value* mengikuti garis lurus, maka dapat dikatakan memenuhi asumsi normalitas. Selain itu uji normalitas terhadap *residual value* dapat dilakukan dengan melakukan *normality test* pada Minitab. *Error* dikatakan normal apabila nilai *P-Value*  $> \alpha$ . Di mana untuk *confidence level* nya 99%, maka  $\alpha$  yaitu 0.01.

##### 2. Uji Heteroskedastisitas

Uji heteroskedastisitas berguna untuk menguji apakah di dalam model regresi terjadi ketidaksamaan varian residual dari satu pengamatan ke pengamatan lain. Uji heteroskedastisitas dilakukan dengan melihat pada grafik *residual versus fits* pada *output* Minitab. Apabila titik-titik pada grafik berada menyebar di atas dan di bawah nilai “0”, maka dapat dikatakan bahwa terjadi heteroskedastisitas pada model regresi linear. Sehingga data memenuhi syarat untuk dilakukan regresi *linear* multivariabel.

##### 3. Uji Non Multikolinearitas

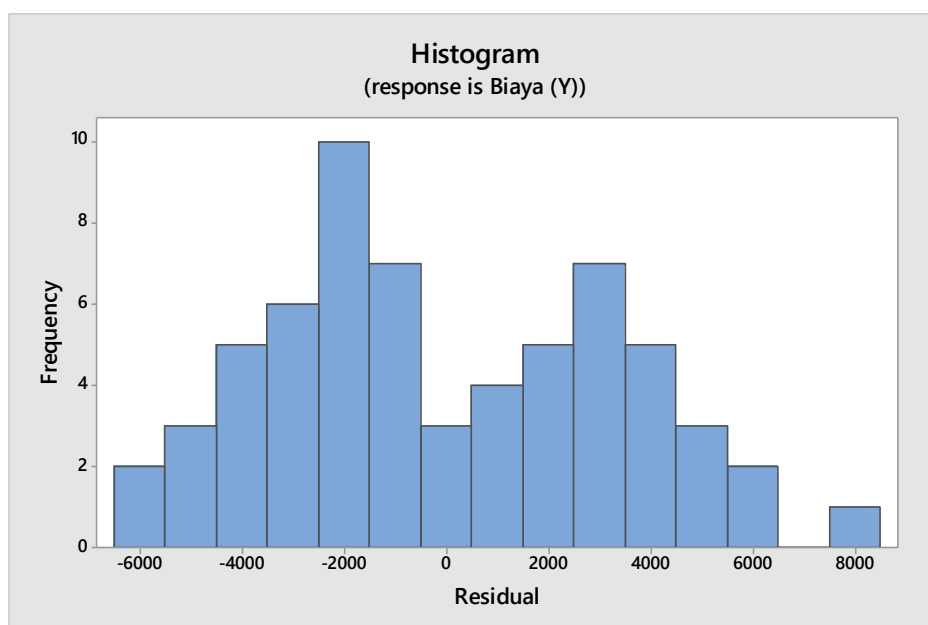
Multikolinieritas yaitu adanya hubungan antar variabel bebas pada model regresi. Jika terjadi multikolinieritas, maka koefisien pada model regresi menjadi

tidak tentu sehingga tingkat eror akan sangat tinggi. Sehingga pada model regresi tidak boleh terjadi multikolinieritas antar variabel bebas. Untuk mengetahui apakah terjadi multikolinieritas atau tidak, indikatornya yaitu nilai *variance inflation factors* (VIF). Apabila tiap faktor nilai  $VIF < 10$ , maka tidak terjadi multikolinearitas antar variabel bebas.

Data pada **Lampiran D** selanjutnya dimasukkan ke dalam *software* Minitab untuk dilakukan regresi linear. Berikut ini merupakan hasil *running* Minitab untuk regresi *linear* multivariabel dengan *independent variable* yaitu jarak, kesulitan medan, dan ukuran kendaraan serta *dependent variable* yaitu biaya transportasi.

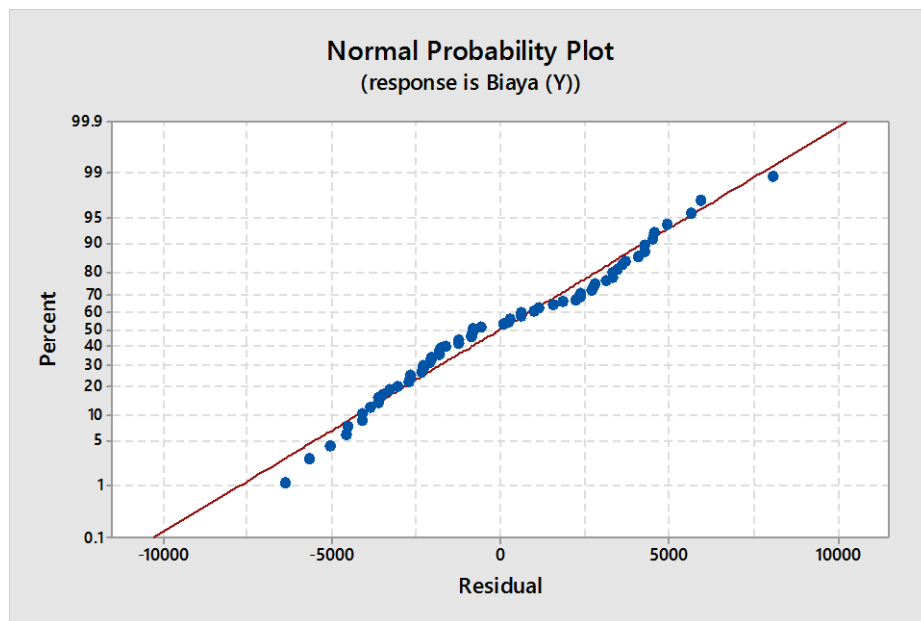
#### 1. Uji Normalitas

Berikut ini akan ditampilkan grafik-grafik untuk hasil uji normalitas.



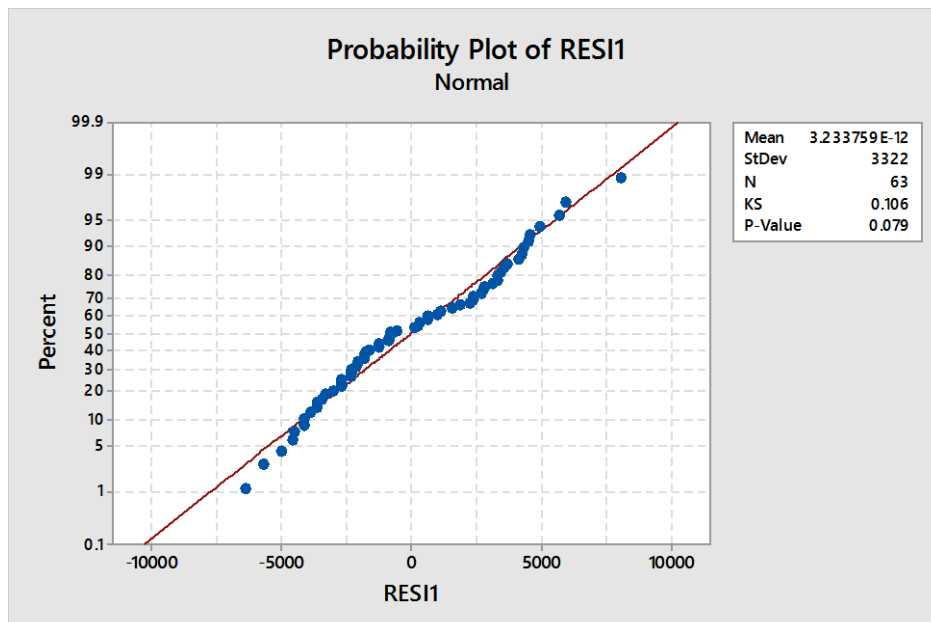
Gambar 4. 4 Grafik Histogram Terhadap *Residual Value*

Gambar 4.4 merupakan *output* histogram terhadap *residual value* biaya transportasi. Dari Gambar di atas dapat dilihat bahwa bentuk dari grafik histogram menyerupai kurva distribusi normal.



Gambar 4. 5 Diagram *Normal Probability Plot* Terhadap *Residual Value*

Gambar 4.5 merupakan *output* dari Minitab untuk diagram *normal probability plot* terhadap *residual value* biaya transportasi. Gambar di atas menunjukkan bahwa plot *residual value* cenderung mengikuti garis lurus.



Gambar 4. 6 Diagram *Probability Plot* Terhadap *Residual Value*

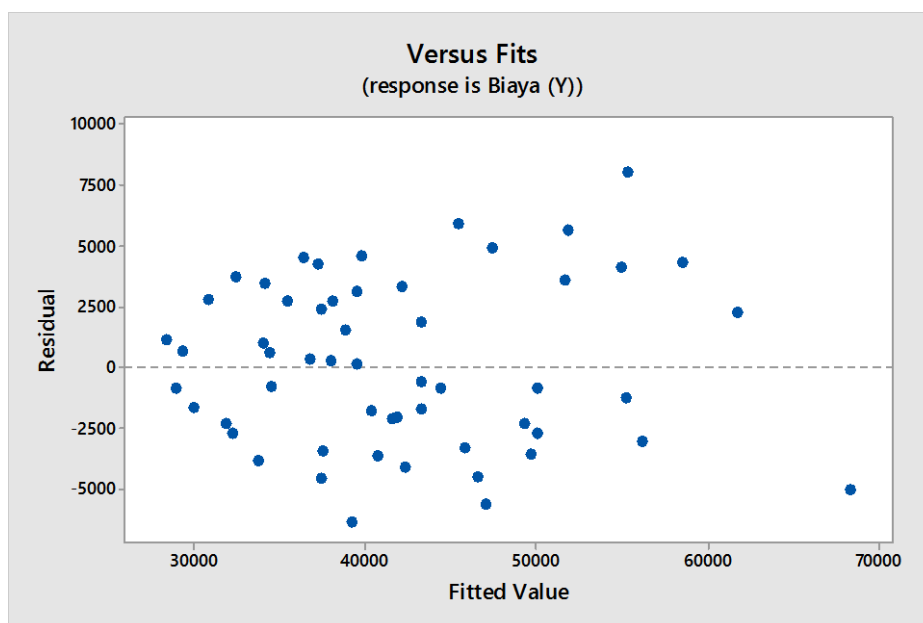
Gambar 4.6 menunjukkan digram *probability plot* dari *residual value* biaya transportasi untuk uji normalitas. Pada Gambar di atas dapat dilihat bahwa nilai *P-Value* yaitu 0.079, di mana nilai *P-value*  $> 0.01$ .

Berdasarkan ketiga *output* dari Minitab untuk uji normalitas data. Maka dapat disimpulkan bahwa data yang digunakan yaitu memenuhi asumsi normal.

## 2. Uji Heterokedastisitas

Berikut ini akan ditampilkan gambar *output* dari Minitab untuk uji heterokedastisitas.

Gambar 4.7 di bawah ini merupakan grafik untuk *residual value* terhadap *fits value*. Berdasarkan gambar di atas dapat dilihat bahwa titik-titik berada menyebar di atas maupun di bawah nilai “0”. Sehingga dapat disimpulkan bahwa terjadi heterokedastisitas pada model regresi linear.



Gambar 4. 7 Grafik *Residual Value* Terhadap *Fits*

## 3. Uji Non Multikolonieritas

Berikut ini akan ditampilkan hasil *output* dari Minitab untuk uji multikolinieritas.

Coefficients					
Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	11424	1829	6.25	0.000	
Jarak (X1)	401.5	23.0	17.42	0.000	1.15
Medan (X2)	4253	349	12.19	0.000	1.09
Truk (X3)	244	241	1.01	0.316	1.16

Gambar 4. 8 Output Minitab Untuk Uji Multikolinieritas

Gambar 4.8 menunjukkan *output* dari Minitab untuk *coefficients*. Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa nilai VIF untuk faktor (variabel) jarak yaitu 1.15, VIF untuk faktor (variabel) medan yaitu 1,09 dan VIF untuk faktor (variabel) ukuran kendaraan yaitu 1.16. Tiap faktor memiliki nilai  $VIF < 10$ . Sehingga dapat dikatakan bahwa tidak terjadi multikolinieritas antar variabel bebas.

Berdasarkan hasil dari Minitab diketahui bahwa data memenuhi asumsi normalitas, terjadi heterokedastisitas pada model regresi *linear* dan juga tidak terjadi multikolinieritas antar variabel bebas. Sehingga data memenuhi untuk model regresi *linear*. Berikut ini merupakan *output* dari Minitab untuk model regresi *linear*.

Model Summary						
	S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)		
	3405.89	87.14%	86.49%	84.83%		

Coefficients						
Term	Coef	SE Coef	Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	11424	1829		6.25	0.000	
Jarak (X1)	401.5	23.0		17.42	0.000	1.15
Medan (X2)	4253	349		12.19	0.000	1.09
Truk (X3)	244	241		1.01	0.316	1.16

Regression Equation	
Biaya (Y)	= 11424 + 401.5 Jarak (X1) + 4253 Medan (X2) + 244 Truk (X3)

Gambar 4. 9 Output Minitab Untuk Regression Analysis

Gambar 4.9 merupakan *regression analysis* dari Minitab. Pada gambar di atas dapat kita lihat pada bagian *model summary* bahwa nilai *R-sq (adj)* yaitu 86.49%. Ini menunjukkan bahwa ketiga *independent variable* secara bersama-sama mempengaruhi 86.49% nilai *dependent variabel*. Dan sebesar 13.51% (100%-86.49%) dipengaruhi oleh *independent variable* lain yang tidak disertakan pada model. Gambar di atas juga menunjukkan persamaan regresi untuk biaya. Rekapitulasi biaya tiap rute baik dari pabrik ke gudang penyangga maupun dari gudang penyangga ke setiap kota akan dilampirkan pada **Lampiran E**.

#### 4.2.2 Pengembangan Model Matematis

Pada bagian ini akan ditampilkan kembali model matematis yang telah dikembangkan untuk menyelesaikan permasalahan jaringan distribusi multi eselon pada penelitian ini. Berikut ini merupakan model matematis yang telah dikembangkan.

##### A. Keterangan Notasi

- $i$  : Pabrik (1, 2, 3, ..., i)
- $j$  : Gudang Peyangga (1, 2, 3, ..., j)
- $k$  : Kota (1, 2, 3, ..., k)
- $t$  : Bulan(1,2,3,...l)
- $nt$  : Bulan Terakhir

##### 1. Parameter

- $P_i$  = Kapasitas Produksi Pabrik  $i$
- $D_i$  = Batas Minimum Produksi Pabrik  $i$
- $P_j$  = Kapasitas Gudang Penyangga  $j$
- $D_{kt}$  = Demand Kota  $k$  Pada Bulan  $t$
- $C_{ij}$  = Biaya Transportasi Dari Pabrik  $i$  ke Gudang Penyangga  $j$
- $C_{jk}$  = Biaya Transportasi Dari Gudang Penyangga  $j$  ke Kota  $k$
- $I0_j$  = Initial Inventory Di Gudang Penyangga  $j$  Awal Bulan Running
- $HC$  = Holding Cost Gudang Penyangga Pada Tiap Bulan

## 2. Variabel Keputusan

### a. Integer

Yaitu variabel yang memiliki nilai bulat positif.

$Y_{ijt}$  : Jumlah Produk Dikirim Dari Pabrik  $i$  ke GP  $j$  Bulan  $t$

$X_{jkt}$  : Jumlah Produk Dikirim Dari GP  $j$  Ke Demand  $k$  Bulan  $t$

$El_{jt}$  : Ending Inventory Di Gudang Penyangga  $j$  Pada Bulan  $t$

## B. Objective Function

Minimasi :

$Z =$  Biaya transportasi dari pabrik  $i$  ke gudang penyangga  $j$  tiap bulan  $t$   
+ Biaya transportasi dari gudang penyangga  $j$  ke kota  $k$  tiap bulan  $t$  + biaya  
inventory pada gudang penyangga  $j$  tiap bulan  $t$

$$Z = \sum_{ijt} Y_{ijt} \cdot C_{ij}(t \neq 1 \text{ \& } t \neq nt) + \sum_{jkt} X_{jkt} \cdot C_{jk}(t \neq 1 \text{ \& } t \neq nt) + \sum_{jt} IT_{jt} \cdot HC(t \neq 1 \text{ \& } t \neq nt), \dots \dots \dots (1)$$

## C. Konstrain

Adapun konstrain yang terdapat pada model yang dibuat yaitu sebagai berikut :

### 1. Konstrain Kapasitas Produksi

$$\sum_j Y_{ijt} \leq P_i, \forall it (t \neq 1 \text{ \& } t \neq nt), \dots \dots \dots (2)$$

### 2. Konstrain Minimal Produksi

$$\sum_j Y_{ijt} \geq D_i, \forall it (t \neq 1 \text{ \& } t \neq nt), \dots \dots \dots (3)$$

### 3. Konstrain Pemenuhan Demand

$$\sum_j X_{jkt} = D_{kt}, \forall kt (t \neq 1 \text{ \& } t \neq nt), \dots \dots \dots (4)$$

### 4. Konstrain Keseimbangan Barang Masuk & Keluar di Gudang Penyangga

$$\sum_i Y_{ijt} + El_{j(t-1)} = \sum_k X_{jkt} + El_{jt}, \forall jt (t \neq 1 \text{ \& } t \neq nt), (5)$$

### 5. Konstrain Kapasitas Gudang Penyangga

$$\sum_i Y_{ijt} + El_{j(t-1)} \leq P_j, \forall jt (t \neq 1 \text{ \& } t \neq nt), \dots \dots \dots (6)$$

### 6. Konstrain Update Pada Inventory



$$El_{j1} = I0_j, \dots \dots \dots (7)$$

$$El_{jt} \geq \left( \sum_k D_{k(t+1)} \cdot 0.25 : \sum_j P_j \right) \cdot P_j, \\ \forall jt (t \neq 1 \ \& \ t \neq nt), \dots \dots \dots (8)$$

## 7. Konstrain Integer

$$\sum_{ijt} Y_{ijt} = Integer \text{ dan } \sum_{jkt} X_{jkt} = Integer, \dots \dots \dots (9)$$

$$El_{jt} = Integer, \dots \dots \dots (9)$$

### 4.2.3 Penerjemahan Model Matematis Ke Bahasa LINGO

Model matematis *integer linear programming* yang telah dibuat akan diterjemahkan ke dalam bahasa LINGO. Di bawah ini akan ditampilkan formulasi berdasarkan model matematis yang telah dikembangkan untuk komputasi pada Bulan Januari hingga April. Formulasi secara keseluruhan untuk data Tahun 2016 dapat dilihat pada **Lampiran F**.

sets:

```
Pabrik/1..136/:Kapasitasmaks,kapasitasmin;
Gp/1..113/:kapasitasgp,Ivawal;
Kota/1..78/;
bulan/AWAL JAN FEB MAR APRIL MEI/;
Links1(Pabrik,Gp):Cost1;
 kirim1(pabrik,gp,bulan):Y;
Links2(Gp,Kota):Cost2;
 kirim2(gp,kota,bulan):X;
Links3(Gp,bulan):inventory;
 kotabulan(kota,bulan):demand;
endsets
```

data:

```
kapasitasmaks=@ole('C:\Users\asus\Documents\TUGAS AKHIR NEW\TUGAS
AKHIR\Olahah\Coding Inventory\Inventory Jalan.xlsx','cappmaks');
kapasitasmin=@ole('C:\Users\asus\Documents\TUGAS AKHIR NEW\TUGAS
AKHIR\Olahah\Coding Inventory\Inventory Jalan.xlsx','cappmin');
kapasitasgp=@ole('C:\Users\asus\Documents\TUGAS AKHIR NEW\TUGAS
AKHIR\Olahah\Coding Inventory\Inventory Jalan.xlsx','kapgp5x');
cost1=@ole('C:\Users\asus\Documents\TUGAS AKHIR NEW\TUGAS
AKHIR\Olahah\Coding Inventory\Inventory Jalan.xlsx','biayagpp');
cost2=@ole('C:\Users\asus\Documents\TUGAS AKHIR NEW\TUGAS
AKHIR\Olahah\Coding Inventory\Inventory Jalan.xlsx','biayagpk');
demand=@ole('C:\Users\asus\Documents\TUGAS AKHIR NEW\TUGAS
AKHIR\Olahah\Coding Inventory\Inventory Jalan.xlsx','demandmei1');
Ivawal=@ole('C:\Users\asus\Documents\TUGAS AKHIR NEW\TUGAS
AKHIR\Olahah\Coding Inventory\Inventory
Jalan.xlsx','inventoryawall');
```

```

@ole('C:\Users\asus\Documents\TUGAS AKHIR NEW\TUGAS
AKHIR\Olahah\Coding Inventory\Inventory
Jalan.xlsx','outputpgpjanapr')=Y;
@ole('C:\Users\asus\Documents\TUGAS AKHIR NEW\TUGAS
AKHIR\Olahah\Coding Inventory\Inventory
Jalan.xlsx','outputgpkjanapr')=X;
@ole('C:\Users\asus\Documents\TUGAS AKHIR NEW\TUGAS
AKHIR\Olahah\Coding Inventory\Inventory
Jalan.xlsx','inventoryjanapr')=inventory;
HC=22600;
totalkapasitasgp=144282;
enddata

min=@sum(kirim1(i,j,t)|t#NE#1 #AND#
t#NE#6:cost1(i,j)*Y(i,j,t))+@sum(kirim2(j,k,t)|t#NE#1 #AND#
t#NE#6:cost2(j,k)*X(j,k,t))+@sum(links3(j,t)|t#NE#1 #AND#
t#NE#6:inventory(j,t))*HC;

!konstrain kapasitas pabrik;
@for(pabrik(i):@for(bulan(t)|t#NE#1 #AND# t#NE#6:
@sum(Gp(j):Y(i,j,t))<=kapasitasmaks(i)));
@for(pabrik(i):@for(bulan(t)|t#NE#1 #AND# t#NE#6:
@sum(gp(j):Y(i,j,t))>=kapasitasmin(i)));
!konstrain pemenuhan demand;
@for(kota(k):@for(bulan(t)|t#NE#1 #AND# t#NE#6:
@sum(gp(j):X(j,k,t))=demand(k,t)));
!konstrain kapasitas gp;
@for(Gp(j):@for(bulan(t)|t#NE#1 #AND# t#NE#6:
@sum(pabrik(i):Y(i,j,t))+(inventory(j,t-1))<=kapasitasgp(j)));
!konstrain inventory;
@for(gp(j):@for(bulan(t)|t#NE#1 #AND# t#NE#6:
(inventory(j,t-
1))+@sum(pabrik(i):Y(i,j,t))=@sum(kota(k):X(j,k,t))+(inventory(j,t
))));
!konstrain ;
@for(gp(j):@for(bulan(t)|t#EQ#1:
inventory(j,t)=Ivawal(j)));
!@for(gp(j):@for(bulan(t)|t#EQ#4:;
@for(gp(j):@for(bulan(t)|T#NE#1 #AND# t#NE#6:
inventory(j,t)>=((@sum(kota(k):demand(k,t+1))*0.25)/totalkapasitas
gp)*kapasitasgp(j)));
!integer;
@for(kirim1(i,j,t):@gin(Y(i,j,t)));
@for(kirim2(j,k,t):@gin(X(j,k,t)));
@for(links3(j,t):@gin(inventory(j,t)));

```

#### 4.2.4 Verifikasi Dan Validasi

Verifikasi dilakukan untuk mengetahui apakah model pada LINGO sudah sesuai model matematis yang telah dibuat. Pada penelitian ini verifikasi dilakukan dengan memformulasikan model ke bahasa LINGO untuk skala kecil. Dari formulasi selanjutnya dilakukan pengecekan *script* dengan menekan tombol

Ctrl+G. Apabila tidak ada *error* dan *script* sudah sesuai dengan model matematis maka dapat dikatakan bahwa formulasi *verified*.

Validasi perlu dilakukan untuk mengetahui apakah model yang dibuat sudah sesuai dengan kondisi yang sebenarnya. Apabila formulasi pada skala kecil telah *verified*, maka selanjutnya dilakukan *running* komputasi. Apabila hasil *output* dari model relevan (tidak ada konstrain yang dilanggar) maka dapat dikatakan bahwa model valid.

Pada verifikasi dan validasi ini akan dilakukan dengan data yang terdiri atas 5 pabrik, 7 gudang penyangga dan 3 kota selama 4 bulan. Berikut ini merupakan data yang digunakan untuk melakukan verifikasi dan validasi.

Tabel 4. 4 Pabrik Untuk Verifikasi & Validasi

Pabrik				
No	Kode	Lokasi	Kapasitas (Ton)	
			Max	Min
1	P-080	Pasuruan	650	83
2	P-185	Probolinggo	550	83
3	P-008	Lamongan	1100	83
4	P-001	Bojonegoro	1650	83
5	P-084	Kediri	1250	83

Tabel 4. 5 Gudang Penyangga Untuk Verifikasi & Validasi

Gudang Penyangga		
No	Lokasi	Kapasitas (Ton)
1	Situbondo Arjasa	1540
2	Pasuruan Pelabuhan	910
3	Bojonegoro Kalitidu	1680
4	Tuban Jenu	1400
5	Lamongan	1400
6	Kediri Gurah	1932
7	Tulungagung Ngantru	700

Tabel 4. 6 *Demand* Kota Untuk Verifikasi & Validasi

Kota					
No	Kota	<i>Demand</i>			
		Januari	Februari	Maret	April
1	Pasuruan	812	497	941	800
2	Tuban	1249	1272	1736	1340
3	Tulungagung	646	614	1141	1234

Tabel 4. 7 Biaya Dari Pabrik Ke Gudang Penyangga

Biaya Dari Pabrik Ke Gudang Penyangga							
P/GP	Situbondo Arjasa	Pasuruan Pelabuhan	Bojonegoro Kalitidu	Tuban Jenu	Lamongan	Kediri Gurah	Tl. Agung Ngantru
P-080	89975	30530	113954	110579	71741	79958	102161
P-185	78431	39344	122729	119354	80477	88499	117137
P-008	131723	68711	61289	46019	30089	74222	84401
P-001	162938	103202	34049	53936	46274	74066	80735
P-084	132542	69530	83204	84665	70880	27368	45248

Tabel 4. 8 Biaya Dari Gudang Penyangga Ke Kota

Biaya Transportasi Dari Gudang Penyangga Ke kota				
No	Lokasi	Pasuruan	Tuban	Tulungagung
1	Situbondo Arjasa	83324	122616	170231
2	Pasuruan Pelabuhan	26201	108038	107606
3	Bojonegoro Kalitidu	111731	42374	87182
4	Tuban Jenu	108473	25856	101453
5	Lamongan	79814	45884	90302
6	Kediri Gurah	86627	85805	37877
7	Tulungagung Ngantru	81968	21518	109532

Data skala kecil ini digunakan untuk verifikasi dan validasi. Setelah formulasi dibuat, maka dilakukan pengecekan *script* dengan menekan tombol Ctrl + G untuk melakukan verifikasi. Formulasi skala kecil akan dilampirkan pada **Lampiran G**. Berdasarkan hasil pengecekan *script* LINGO, diketahui bahwa tidak ada eror dan hasil dari *script* sudah sesuai dengan model matematis yang dibuat. Sehingga model dianggap *verified*. Selanjutnya dilakukan *running* komputasi pada formulasi yang telah dibuat untuk mengetahui *output* untuk data dalam skala kecil.

Di bawah ini merupakan hasil *output* dari komputasi yang akan disajikan ke dalam beberapa tabel.

Tabel 4. 9 Alokasi Pabrik Ke Gudang Penyangga

Alokasi Pabrik Ke Gudang Penyangga													
No	Pabrik	Situbondo Arjasa				Pasuruan Pelabuhan				Bojonegoro Kalitidu			
		Jan	Feb	Mar	April	Jan	Feb	Mar	April	Jan	Feb	Mar	April
1	P-080	0	0	28	0	83	83	364	374	0	0	0	0
2	P-185	0	83	550	279	83	0	0	0	0	0	0	0
3	P-008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	P-001	0	0	0	0	0	0	0	0	623	712	672	691
5	P-084	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alokasi Pabrik Ke Gudang Penyangga													
No	Pabrik	Tuban Jenu				Lamongan							
		Jan	Feb	Mar	April	Jan	Feb	Mar	April				
1	P-080	0	0	0	0	0	0	0	0				
2	P-185	0	0	0	0	0	0	0	0				
3	P-008	500	488	540	524	600	612	560	576				
4	P-001	100	124	20	52	0	0	0	0				
5	P-084	0	0	0	0	0	0	0	0				
Alokasi Pabrik Ke Gudang Penyangga													
No	Pabrik	Kediri Gurah				Tulungagung Ngantru							
		Jan	Feb	Mar	April	Jan	Feb	Mar	April				
1	P-080	0	0	0	0	0	0	0	0				
2	P-185	0	0	0	0	0	0	0	0				
3	P-008	0	0	0	0	0	0	0	0				
4	P-001	0	0	0	0	0	0	0	0				
5	P-084	656	637	773	795	0	20	164	0				

Tabel 4. 10 Alokasi Dari Gudang Penyangga Untuk Memenuhi *Demand* Kota

Alokasi Gudang Penyangga Untuk Kota													
Lokasi	Pasuruan				Tuban				Tulungagung				
	Jan	Feb	Mar	Apr	Jan	Feb	Mar	Apr	Jan	Feb	Mar	Apr	
Situbondo Arjasa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	634	293	
Pasuruan Pelabuhan	0	0	0	0	0	0	0	0	174	49	374	383	
Bojonegoro Kalitidu	0	0	0	0	637	649	691	707	0	0	0	0	
Tuban Jenu	0	0	0	0	612	560	576	589	0	0	0	0	

Alokasi Gudang Penyangga Untuk Kota												
Lokasi	Pasuruan				Tuban				Tulungagung			
	Jan	Feb	Mar	Apr	Jan	Feb	Mar	Apr	Jan	Feb	Mar	Apr
Lamongan	612	497	107	545	0	63	469	44	0	0	0	0
Kediri Gurah	200	0	662	255	0	0	0	0	472	565	133	558
Tl. Agung Ngantru	0	0	172	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel 4. 11 Alokasi Pabrik Ke Gudang Penyangga Bulan Januari

Alokasi Pabrik Ke Gudang Penyangga								
P/GP	Januari							Total
	Situbondo Arjasa	Pasuruan Pelabuhan	Bojonegoro Kalitidu	Tuban Jenu	Lamongan	Kediri Gurah	Tl. Agung Ngantru	
P-080	0	650	0	0	0	0	0	650
P-185	0	131	0	0	0	0	0	131
P-008	0	0	0	494	0	0	0	494
P-001	0	0	83	0	0	0	0	83
P-084	0	0	0	0	0	613	600	1213
<i>Initial Inventory</i>	218	129	238	199	199	274	100	
<b>Total</b>	<b>218</b>	<b>910</b>	<b>321</b>	<b>693</b>	<b>199</b>	<b>887</b>	<b>700</b>	

Berdasarkan Tabel 4.11 dapat diketahui bahwa total jumlah Petroganik yang dikirimkan dari tiap pabrik sudah sesuai dengan batasan yang ada. Setiap pabrik sudah mengirimkan lebih dari atau sama dengan 83 ton dan tidak ada yang melebihi dari kapasitas tiap pabrik. Dan total Petroganik yang ada digudang juga tidak ada yang melebihi dari kapasitas gudang penyangga.

Tabel 4. 12 Alokasi Gudang Penyangga Untuk Kota

Alokasi Gudang Penyangga Untuk Kota							
Lokasi	Januari			Disalurkan	Diterima	Selisih	Ending Inventory
	Pasuruan	Tuban	Tl. Agung				
Situbondo Arjasa	0	0	0	0	218	218	218
Pasuruan Pelabuhan	796	0	0	796	910	114	114
Bojonegoro Kalitidu	0	117	0	117	327	210	210

Alokasi Gudang Penyangga Untuk Kota							
Lokasi	Januari			Disalurkan	Diterima	Selisih	Ending Inventory
	Pasuruan	Tuban	Tl. Agung				
Tuban Jenu	0	1124	0	1124	1299	175	175
Lamongan	16	8	0	24	199	175	175
Kediri Gurah	0	0	634	634	875	241	241
Tl. Agung Ngantru	0	0	12	12	100	88	88
Diterima Kota	812	1249	646				
Demand	812	1249	646				

Berdasarkan Tabel 4.12 dapat dilihat bahwa tiap *demand* kota telah dipenuhi semua. Kolom selisih pada tabel di atas didapatkan dari pengurangan jumlah Petroganik yang diterima di gudang penyangga baik yang dikirim dari pabrik maupun dari *initial inventory* yang ada di tiap gudang dikurangi dengan jumlah Petroganik yang disalurkan ke kota. Selisih nilai ini akan dibandingkan dengan hasil dari komputasi untuk *ending inventory*. Nilai *ending inventory* dan nilai selisih yaitu seharusnya bernilai sama. Dapat dilihat pada tabel di atas bahwa nilai *ending inventory* dan nilai selisih yaitu sama. Nilai *output* yang dihasilkan dari komputasi relevan karena tidak adak konstrain yang dilanggar sehingga dapat dikatakan bahwa model valid. Sehingga model dapat diterapkan untuk permasalahan pada penelitian Tugas Akhir ini.

#### 4.2.5 Running Komputasi Untuk Data Tahun 2016

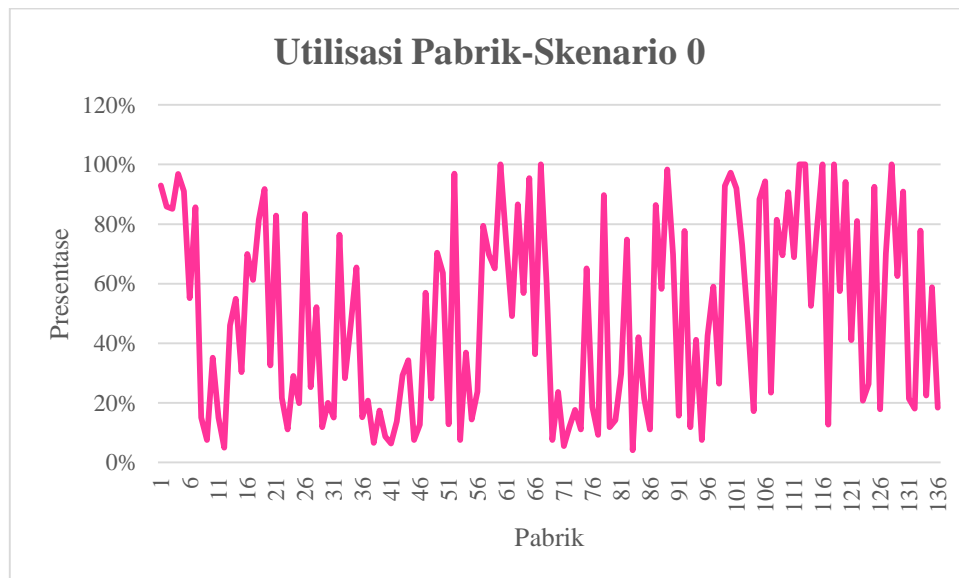
Setelah *running* komputasi untuk data skala kecil menunjukkan bahwa model *verified* dan valid, maka akan dilakukan *running* komputasi untuk permasalahan Tugas Akhir ini. *Running* komputasi dilakukan untuk mendapatkan konfigurasi alokasi pengiriman yang optimal.

Model yang telah dibuat tidak hanya untuk menentukan alokasi pengiriman, tapi juga mempertimbangkan adanya *inventory* dan juga dalam sekali *running* yaitu untuk multi periode selama empat bulan ke depan. Sehingga akan ada tiga kali *running* komputasi untuk data tahun 2016. *Running* yang dilakukan multi periode

selama dua belas bulan ini untuk mengetahui bagaimana konfigurasi alokasi pengiriman berdasarkan kenaikan atau penurunan *demand* setiap bulannya.

#### 4.2.5.1 Output Pengiriman Dari Pabrik Ke Gudang Penyangga

Pada bagian ini akan disajikan hasil dari *running* komputasi untuk konfigurasi pengiriman dari pabrik ke gudang penyangga tiap bulan yang akan ditunjukkan pada **Lampiran H**. Pada bagian ini juga akan dilakukan perhitungan utilisasi pabrik setiap bulan pada Tahun 2016 untuk skenario 0. Skenario 0 merupakan kondisi eksisting yang diterapkan perusahaan yaitu dengan batasan minimal produksi dari tiap pabrik yaitu 83 ton. Gambar di bawah ini merupakan grafik rata-rata utilisasi dari tiap pabrik pada Tahun 2016 untuk perbaikan skenario 0.



Gambar 4. 10 Grafik Utilisasi Rata-Rata Pabrik Tahun 2016

Berdasarkan Gambar 4.10 dapat dilihat bahwa utilisasi rata-rata pabrik pada tahun 2016 untuk perbaikan skenario 0 masih belum merata. Terdapat pabrik yang memiliki utilisasi hanya 4%, akan tetapi juga terdapat pabrik yang utilitasinya mencapai 100%.



#### 4.2.5.2 Output Alokasi Pemenuhan Demand Kota

Pada bagian ini akan disajikan *output* hasil dari komputasi untuk konfigurasi pengiriman dari gudang penyangga ke kota tiap bulan untuk skenario 0 yang akan ditunjukkan pada **Lampiran I**.

#### 4.2.5.3 Output Inventory

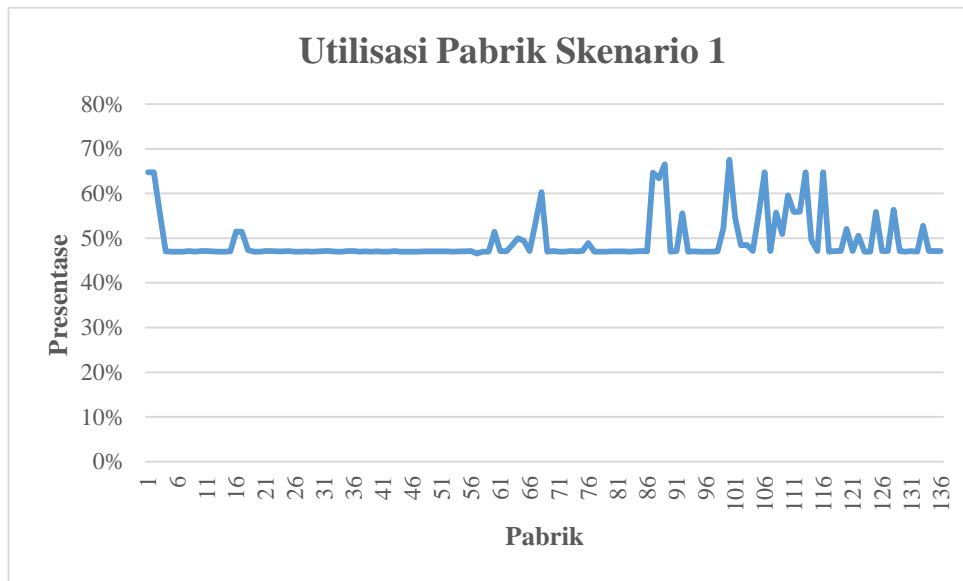
Pada bagian ini akan ditampilkan hasil *output* untuk *inventory* pada gudang penyangga setiap bulan yang akan ditampilkan pada **Lampiran J**.

#### 4.2.5.4 Komputasi Skenario 1 Dan Skenario 2

Kebijakan eksisting untuk produksi tiap pabrik yang diterapkan oleh PT Petrokimia Gresik yaitu bahwa setiap pabrik dijatah minimal produksi yaitu 1000 ton per tahun atau 83 ton per bulan. Akan tetapi berdasarkan hasil alokasi dari komputasi untuk kondisi perbaikan eksisting, utilisasi dari tiap pabrik masih kurang merata satu sama lain.

Melihat hasil bahwa utilisasi dari tiap pabrik tidak merata yaitu terdapat pabrik dengan utilisasi yang tinggi namun juga terdapat pabrik dengan utilisasi yang sangat rendah yaitu 4%, maka pada bagian ini akan dicoba *running* komputasi untuk skenario 1 dan skenario 2. Yang membedakan antara skenario 1 dan skenario 2 dengan kondisi eksisting (perbaikan skenario 0) yaitu pada kapasitas minimal produksi tiap pabrik.

Jika dirata-rata total *demand* setiap bulan yaitu 47% dari total kapasitas pabrik. Sehingga pada skenario 1, batas minimum produksi pabrik tidak lagi 83 ton per bulan namun untuk setiap pabrik batas minimumnya yaitu 47% dari kapasitas masing-masing pabrik. Gambar di bawah ini merupakan grafik rata-rata utilisasi pabrik untuk skenario 1.



Gambar 4. 11 Grafik Rata-Rata Utilisasi Pabrik Skenario 1

Berdasarkan Gambar 4.11 dapat dilihat bahwa rata-rata utilisasi pabrik pada skenario 1 berada pada *range* 47%-70%. Perbedaan utilisasi antar pabrik menjadi berkurang apabila dibandingkan perbedaan utilisasi pada skenario 0.

Presentase *demand* tiap bulan terhadap total kapasitas produksi pabrik, bervariasi setiap bulannya. Pada bulan September persentase *demand* terhadap total kapasitas produksi merupakan yang terendah yaitu 25%. Sehingga untuk mengakomodir presentase yang kecil ini, maka dibuatlah skenario 2. Pada skenario 2 ini, batas minimum produksi tiap pabrik yaitu 36% dari kapasitas masing-masing pabrik. Presentase ini didapatkan dari penjumlahan presentase *demand* rata-rata (47%) dengan presentase terkecil (25%), selanjutnya dibagi 2. Berikut ini perhitungannya.

$$Presentase \text{ Skenario } 2 = \frac{47\% + 25\%}{2} = 36\%$$

Berikut ini akan ditampilkan gambar mengenai utilisasi pabrik untuk skenario 2.



Gambar 4. 12 Grafik Rata-Rata Utilisasi Pabrik Skenario 2

Berdasarkan Gambar 4.12 dapat dilihat bahwa utilisasi pabrik pada skenario 2 berkisar pada *range* 36%-90%. Perbedaan utilisasi antar pabrik menjadi berkurang apabila dibandingkan perbedaan utilisasi pada skenario 0.

#### 4.2.6 Perhitungan Biaya Transportasi

Pada bagian ini akan dilakukan perhitungan biaya transportasi berdasarkan alokasi hasil komputasi dari pabrik ke gudang penyangga tiap bulan selama tahun 2016. Selain itu juga akan dilakukan perhitungan biaya transportasi eksisting berdasarkan biaya transportasi rata-rata per ton eksisting dan juga jumlah produk yang dikirim dari pabrik ke gudang penyangga berdasarkan hasil komputasi setiap bulannya.

##### 4.2.7.1 Perhitungan Biaya Transportasi Pabrik Ke Gudang Penyangga (Perbaikan-Skenario 0)

Pada bagian ini akan dilakukan perhitungan total biaya transportasi berdasarkan alokasi hasil komputasi dari pabrik ke gudang penyangga. Tabel di bawah ini merupakan rekapitulasi biaya transportasi dari pabrik ke gudang penyangga tiap bulan pada tahun 2016.

Tabel 4. 13 Biaya Transportasi Pabrik Ke Gudang Penyangga Skenario 0

No	Bulan	Total Pengiriman (Ton)	Total Biaya (Rp)
1	Januari	50532	1,507,794,677
2	Februari	48004	1,513,034,653
3	Maret	68239	2,081,299,559
4	April	63900	1,919,760,076
5	Mei	56944	1,750,068,289
6	Juni	45499	1,326,837,519
7	Juli	36534	1,071,963,147
8	Agustus	46872	1,374,705,809
9	September	36855	1,079,301,125
10	Oktober	61721	1,822,975,524
11	November	64384	1,933,193,644
12	Desember	59700	1,769,081,192
<b>13</b>	<b>Total 2016</b>	<b>639184</b>	<b>19,150,015,212</b>

Tabel 4.13 menunjukkan total biaya transportasi dari pabrik ke gudang penyangga setiap bulannya. Total biaya transportasi per bulan berfluktuasi mengikuti besarnya total unit yang dikirim per bulan. Jumlah total biaya transportasi skenario 0 selama tahun 2016 yaitu Rp 19,150,015,212.

#### 4.2.7.2 Perhitungan Biaya Transportasi Pabrik Ke Gudang Penyangga Eksisting

Pada bagian ini akan dilakukan perhitungan biaya transportasi eksisting berdasarkan *output* dari hasil komputasi skenario 0. Pada perhitungan biaya transportasi eksisting ini, biayanya didasarkan pada data biaya transportasi dari 664 pengiriman. Data dari 664 pengiriman ini dianggap sudah merepresentasikan rute pengiriman baik untuk rute dengan jarak yang jauh maupun yang dekat. Berikut ini contoh rute dengan jarak yang cukup jauh yaitu dari pabrik yang berlokasi di Pasuruan yang mengirimkan ke gudang penyangga Banyuwangi, jarak yang ditempuh yaitu 266 Km. Berikut ini contoh rute pengiriman dengan jarak yang cukup dekat yaitu dari pabrik yang berlokasi di Kudus yang mengirimkan ke gudang penyangga di Kudus, jarak yang ditempuh yakni hanya 6 Km.

Selanjutnya dari 664 pengiriman tersebut dihitung total biaya transportasinya dan juga total jumlah ton yang dikirimkan. Adapun total biaya

transportasi dari 664 pengiriman tersebut yaitu Rp 3,330,410,500. Jumlah Petroganik yang dikirimkan dari 664 pengiriman yakni 66,800 ton. Jumlah pengiriman dari 664 ini yaitu sekitar 10% dari jumlah Petroganik yang dikirimkan dari pabrik ke gudang penyangga pada skenario 0 berdasarkan hasil komputasi. Berikut ini perhitungan biaya transportasi eksisting rata-rata per tonnya.

$$\text{Biaya Transportasi Per Ton Rata – Rata} = \frac{3330410500}{66800} = 49856.4$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan biaya transportasi eksisting setiap bulan untuk tahun 2016. Biaya transportasi eksisting tiap bulan didapatkan dengan perkalian antara jumlah unit yang dikirim tiap bulan berdasarkan hasil komputasi skenario 0 dengan biaya transportasi eksisting rata-rata per bulan. Berikut ini contoh perhitungan biaya transportasi pada Bulan Januari.

$$\text{Biaya Transportasi Januari} = 50532 \times 49856.4 = 2519345859$$

Tabel di bawah ini merupakan rekapitulasi biaya transportasi eksisting dari pabrik ke gudang penyangga.

Tabel 4. 14 Biaya Transportasi Pabrik Ke Gudang Penyangga Eksisting

No	Bulan	Total Pengiriman (Ton)	Total Biaya Eksisting(Rp)
1	Januari	50532	2,519,345,859
2	Februari	48004	2,393,308,767
3	Maret	68239	3,402,153,924
4	April	63900	3,185,826,811
5	Mei	56944	2,839,025,382
6	Juni	45499	2,268,418,373
7	Juli	36534	1,821,455,347
8	Agustus	46872	2,336,871,272
9	September	36855	1,837,459,266
10	Oktober	61721	3,077,189,618
11	November	64384	3,209,957,330
12	Desember	59700	2,976,429,743
<b>13</b>	<b>Total 2016</b>	<b>639184</b>	<b>31,867,441,692</b>

Berdasarkan Tabel di atas dapat dilihat total biaya transportasi untuk pengiriman Petroganik eksisting yaitu Rp 31,867,441,692. Untuk jumlah unit pengiriman yang sama dengan skenario 0 yaitu sebanyak 639184 unit, total biaya ini nilainya lebih besar dibandingkan dengan total biaya transportasi dari kondisi perbaikan skenario 0.

#### 4.2.7.3 Perhitungan Biaya Transportasi Skenario 1 dan Skenario 2

Pada bagian ini akan ditampilkan hasil *running* komputasi dari skenario 1 dan skenario 2. Di bawah ini merupakan tabel yang menunjukkan hasil biaya transportasi pada skenario 1 dengan biaya transportasi eksistingnya dan juga hasil biaya transportasi pada skenario 2 dengan biaya eksistingnya.

Tabel 4. 15 Biaya Transportasi Skenario 1 Dan Eksisting

No	Bulan	Total Pengiriman (Ton)	Total Biaya Eksisting 1 (Rp)	Total Biaya Skenario 1 (Rp)	Penghematan (%)
1	Januari	53008	2,642,790,416	1,991,320,069	24.7%
2	Februari	54005	2,692,497,291	2,004,975,990	25.5%
3	Maret	61059	3,044,184,651	2,171,925,996	28.7%
4	April	63224	3,152,123,854	2,123,812,989	32.6%
5	Mei	56944	2,839,025,382	1,993,718,099	29.8%
6	Juni	53008	2,642,790,416	1,846,322,075	30.1%
7	Juli	52952	2,639,998,455	1,858,757,425	29.6%
8	Agustus	53008	2,642,790,416	1,758,809,631	33.4%
9	September	53008	2,642,790,416	2,075,733,066	21.5%
10	Oktober	53008	2,642,790,416	2,026,681,108	23.3%
11	November	53008	2,642,790,416	1,962,742,031	25.7%
12	Desember	55825	2,783,236,020	2,030,846,554	27.0%
13	<b>Total 2016</b>	<b>662057</b>	<b>33,007,808,150</b>	<b>23,845,645,032</b>	<b>27.8%</b>

Tabel di atas merupakan hasil *running* komputasi untuk skenario 1 dan juga biaya transportasi eksisting (berdasarkan hasil skenario 1). Biaya transportasi eksisting didapatkan dengan mengkalikan antara jumlah yang dikirim dengan biaya transportasi eksisting rata-rata per bulan. Persamaan di bawah ini merupakan contoh perhitungan biaya eksisting pada Bulan Januari.

$$\text{Biaya Transportasi Eksisting Januari} = 53008 \times 49856.4 = 2643790416$$

Berdasarkan Tabel 4.15 di atas dapat dilihat penghematan antara biaya transportasi hasil komputasi untuk skenario 1, di mana batas minimum produksi pabrik yaitu 47%. Presentase penghematan antara biaya transportasi skenario 1 dan biaya transportasi eksisting skenario 1 yaitu sebesar 27.8%.

Tabel 4. 16 Biaya Transportasi Skenario 2 Dan Eksisting

No	Bulan	Total Pengiriman (Ton)	Total Biaya Eksisting 2 (Rp)	Total Biaya Perbaikan (Rp)	Prosentase (%)
1	Januari	50042	2,494,916,201	1,687,105,975	32.4%
2	Februari	49209	2,453,385,783	1,726,839,757	29.6%
3	Maret	67924	3,386,449,144	2,188,152,070	35.4%
4	April	64165	3,199,038,768	2,017,488,562	36.9%
5	Mei	56944	2,839,025,382	1,826,958,446	35.6%
6	Juni	45455	2,266,224,690	1,521,259,423	32.9%
7	Juli	41223	2,055,232,216	1,498,672,831	27.1%
8	Agustus	43755	2,181,468,734	1,481,141,298	32.1%
9	September	40901	2,039,178,441	1,441,195,820	29.3%
10	Oktober	56742	2,828,954,380	1,827,685,493	35.4%
11	November	63861	3,183,882,409	2,062,885,563	35.2%
12	Desember	59502	2,966,558,167	1,848,812,273	37.7%
13	<b>Total 2016</b>	<b>639723</b>	<b>31,894,314,316</b>	<b>21,128,197,512</b>	<b>33.8%</b>

Tabel di atas merupakan hasil *running* komputasi untuk skenario 2 dan juga biaya transportasi eksisting (berdasarkan hasil skenario 2). Biaya transportasi eksisting didapatkan dengan mengkalikan antara jumlah yang dikirim dengan biaya transportasi eksisting rata-rata per bulan. Persamaan di bawah ini merupakan contoh perhitungan biaya eksisting pada Bulan Januari.

$$\text{Biaya Transportasi Eksisting Januari} = 50042 \times 49856.4 = 2494916201$$

Berdasarkan Tabel 4.16 di atas dapat dilihat penghematan antara biaya transportasi hasil komputasi untuk skenario 2, di mana batas minimum produksi pabrik yaitu 36%. Presentase penghematan antara biaya transportasi skenario 2 dan

biaya transportasi eksisting berdasarkan jumlah pengiriman pada skenario 2 yaitu sebesar 33.8%.

#### **4.2.7 *Running* Komputasi Untuk Data Tahun 2017-2020**

Berdasarkan informasi yang didapatkan, diketahui bahwa rata-rata kenaikan *demand* tiap tahun yaitu sekitar 10% dari tahun sebelumnya. Untuk itu perlu dilakukan *running* komputasi terhadap perubahan *demand* untuk beberapa tahun ke depan. Proyeksi kenaikan *demand* ini biasanya juga telah dilakukan oleh PT. Petrokimia Gresik. Hal ini untuk mengetahui apakah kapasitas keseluruhan pabrik masih bisa mencukupi *demand* tahun mendatang serta untuk mengetahui kebutuhan terhadap gudang penyangga.

Kondisi kapasitas pabrik dan *demand* ini penting diketahui untuk menentukan kebijakan perusahaan dalam mengatasi kenaikan *demand*. Apabila dalam jangka waktu beberapa tahun ke depan ternyata kapasitas pabrik sudah tidak dapat memenuhi *demand*, maka perusahaan dapat mulai perencanaan penambahan mitra produksi sedari dini. Perencanaan penambahan mitra produksi sedini mungkin dilakukan karena proses untuk merekrut mitra, perijinan pendirian pabrik mitra, proses pendirian pabrik mitra, uji terhadap sampel bahan baku dan hasil produksi mitra dan lain sebagainya akan memakan waktu yang cukup panjang yaitu lebih dari satu tahun.

Proyeksi *demand* untuk beberapa tahun ke depan juga berguna untuk mengetahui kapasitas dari gudang penyangga. Dengan melakukan ini, perusahaan akan mengetahui hingga tahun 2020 apakah kapasitas pabrik yang ada saat ini masih cukup. Dan juga bisa mendeteksi sedini mungkin pada tahun 2020 apakah perlu dilakukan penambahan gudang penyangga, mengingat untuk menambah kapasitas gudang penyangga ataupun menambah jumlah gudang penyangga juga memerlukan waktu yang tidak sebentar.

Berikut ini rekapitulasi biaya transportasi pengiriman dari pabrik ke gudang penyangga untuk dari tahun 2017-2020.



Tabel 4. 17 Rekapitulasi Biaya Transportasi Tahun 2017

No	Bulan	Total Pengiriman (Ton)	Total Biaya (Rp)
1	Januari	56587	1,702,484,591
2	Februari	53295	1,714,753,947
3	Maret	75127	2,313,177,462
4	April	70288	2,146,259,690
5	Mei	62681	1,948,407,483
6	Juni	50081	1,468,086,633
7	Juli	40313	1,183,157,885
8	Agustus	51563	1,515,454,885
9	September	40745	1,198,496,188
10	Oktober	67760	2,023,416,829
11	November	71139	2,174,034,858
12	Desember	65630	1,956,839,222
<b>13</b>	<b>Total 2016</b>	<b>705209</b>	<b>21,344,569,672</b>

Tabel 4. 18 Rekapitulasi Biaya Transportasi Tahun 2018

No	Bulan	Total Pengiriman (Ton)	Total Biaya (Rp)
1	Januari	63351	1,918,779,250
2	Februari	60068	1,981,544,028
3	Maret	81600	2,574,004,777
4	April	77407	2,404,530,791
5	Mei	68995	2,164,975,993
6	Juni	55120	1,629,803,863
7	Juli	44491	1,315,492,081
8	Agustus	56734	1,674,856,950
9	September	45816	1,348,527,779
10	Oktober	73598	2,245,469,564
11	November	78240	2,443,914,150
12	Desember	72142	2,169,822,984
<b>13</b>	<b>Total 2016</b>	<b>777562</b>	<b>23,871,722,210</b>

Tabel 4. 19 Rekapitulasi Biaya Transportasi Tahun 2019

No	Bulan	Total Pengiriman (Ton)	Total Biaya (Rp)
1	Januari	71033	2,191,319,963
2	Februari	67621	2,278,583,066
3	Maret	88372	2,887,791,669
4	April	85235	2,772,832,340
5	Mei	75923	2,412,403,724

No	Bulan	Total Pengiriman (Ton)	Total Biaya (Rp)
6	Juni	61104	1,828,255,328
7	Juli	49253	1,464,278,794
8	Agustus	62237	1,842,593,464
9	September	50874	1,522,455,795
10	Oktober	80543	2,504,445,318
11	November	86118	2,780,669,625
12	Desember	79347	2,446,776,432
<b>13</b>	<b>Total 2016</b>	<b>857660</b>	<b>26,932,405,517</b>

Tabel 4. 20 Rekapitulasi Biaya Transportasi Tahun 2020

No	Bulan	Total Pengiriman (Ton)	Total Biaya (Rp)
1	Januari	79489	2,524,813,237
2	Februari	74565	2,577,985,750
3	Maret	96351	3,305,001,911
4	April	93873	3,212,870,487
5	Mei	83515	2,711,103,752
6	Juni	67378	2,041,003,375
7	Juli	54115	1,612,552,318
8	Agustus	68571	2,049,043,922
9	September	56832	1,702,588,743
10	Oktober	87815	2,832,963,887
11	November	94646	3,228,447,601
12	Desember	87418	2,798,882,712
<b>13</b>	<b>Total 2016</b>	<b>944568</b>	<b>30,597,257,695</b>

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## BAB 5

### ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA

Pada bab ini akan dilakukan analisis mengenai kondisi eksisting jaringan distribusi dan juga kondisi jaringan distribusi setelah dilakukan optimasi.

#### 5.1 Analisis Regresi *Linear*

Pada regresi *linear* untuk mengestimasi biaya transportasi yaitu terdapat tiga *independent variable* yang mempengaruhi biaya transportasi. Ketiga *independent variable* tersebut yaitu jarak, kesulitan medan dan kapasitas muatan kendaraan. Berdasarkan hasil *running* Minitab, diketahui bahwa secara bersama-sama *independent variable* mempengaruhi *dependent variable* yaitu biaya transportasi sebesar 86.49 %. Persentase pengaruh dari ketiga *independent variable* terhadap *dependent variable* ini cukup tinggi.

Untuk mengetahui bagaimana pengaruh dari tiap *independent variable* terhadap *dependent variable* secara sendiri-sendiri, maka dilakukan *running* Minitab untuk mendapatkan hasil. Gambar 5.1 merupakan hasil dari Minitab untuk *single independent variable* yaitu jarak dan *dependent variable* yaitu biaya transportasi. Apabila regresi *linear* dilakukan hanya mempertimbangkan satu *independent variable* yaitu variabel jarak, maka didapatkan persentase pengaruh jarak terhadap biaya transportasi yaitu sebesar 55.63%. Nilai ini cukup jauh dibanding dengan persentase pengaruh secara bersama dari ketiga *independent variable* terhadap *dependent variable* yaitu biaya transportasi.

Untuk itu faktor jarak saja tidak dapat digunakan untuk mengestimasi biaya transportasi untuk setiap rute. Hal ini karena persentase pengaruh jarak terhadap biaya transportasi masih berada di kisaran 50%. Sehingga faktor jarak saja tidak dapat merepresentasikan besarnya biaya transportasi. Sehingga untuk ke depannya apabila terdapat penambahan jumlah pabrik, gudang penyangga, ataupun *demand* kota, maka perlu juga diidentifikasi jarak, kesulitan medan dan juga kapasitas ukuran kendaraan dari setiap rute pengiriman yang baru.

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
6768.69	55.63%	55.37%	54.73%

Gambar 5. 1 Hasil Untuk Faktor Jarak Terhadap Biaya Transportasi

## 5.2 Analisis Biaya Transportasi Eksisting dan Perbaikan Skenario 0

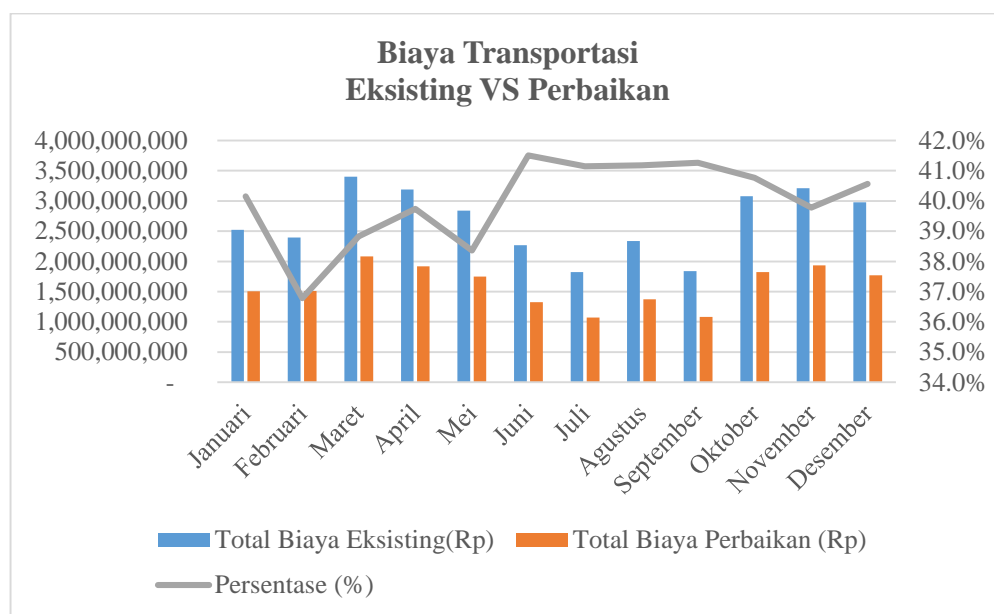
Seperti yang terlihat pada Tabel 4.10, biaya transportasi perbaikan yang terbesar terjadi pada Bulan Maret. Hal ini disebabkan *demand* pada Bulan Maret yang paling tinggi dibanding bulan lain. Selain itu pada Bulan Maret juga harus mengirimkan pupuk Petroganik ke gudang penyangga untuk 7 hari pada bulan berikutnya, di mana pada *demand* pada Bulan April juga sangat tinggi. Biaya transportasi yang paling rendah terjadi pada Bulan Juli. Hal ini dikarenakan *demand* pada Bulan Juli sangat rendah dan juga *demand* pada Bulan Agustus juga tidak terlalu tinggi, sehingga pengiriman pada Bulan Juli sangat sedikit dibanding dengan bulan lainnya.

Selanjutnya akan dilakukan perbandingan antara biaya transportasi perbaikan dengan eksisting. Berdasarkan hasil perhitungan biaya transportasi perbaikan yaitu setelah adanya optimasi alokasi pengiriman menunjukkan adanya efisiensi biaya transportasi dibanding biaya eksisting sebelum adanya optimasi. Tabel di bawah ini akan menunjukkan besarnya penghematan yang didapatkan apabila dilakukan optimasi. Selain itu juga akan ditampilkan biaya transportasi eksisting dibandingkan dengan biaya transportasi perbaikan skenario 0.

Tabel 5. 1 Perbandingan Biaya Transportasi Eksisting Dan Perbaikan

No	Bulan	Total Biaya Eksisting(Rp)	Total Biaya Perbaikan (Rp)	Penghematan (Rp)	Prosentase (%)
1	Januari	2,519,345,859	1,507,794,677	1,011,551,182	40.2%
2	Februari	2,393,308,767	1,513,034,653	880,274,114	36.8%
3	Maret	3,402,153,924	2,081,299,559	1,320,854,365	38.8%
4	April	3,185,826,811	1,919,760,076	1,266,066,735	39.7%
5	Mei	2,839,025,382	1,750,068,289	1,088,957,093	38.4%
6	Juni	2,268,418,373	1,326,837,519	941,580,855	41.5%
7	Juli	1,821,455,347	1,071,963,147	749,492,200	41.1%

No	Bulan	Total Biaya Eksisting(Rp)	Total Biaya Perbaikan (Rp)	Penghematan (Rp)	Prosentase (%)
8	Agustus	2,336,871,272	1,374,705,809	962,165,463	41.2%
9	September	1,837,459,266	1,079,301,125	758,158,141	41.3%
10	Oktober	3,077,189,618	1,822,975,524	1,254,214,094	40.8%
11	November	3,209,957,330	1,933,193,644	1,276,763,686	39.8%
12	Desember	2,976,429,743	1,769,081,192	1,207,348,552	40.6%
13	<b>Total 2016</b>	<b>31,867,441,692</b>	<b>19,150,015,212</b>	<b>12,717,426,480</b>	<b>39.9%</b>



Gambar 5. 2 Perbandingan Biaya Transportasi Eksisting Dan Perbaikan

Tabel 5.1 dan Gambar 5.1 di atas menunjukkan besar dan persentase penghematan dari biaya transportasi eksisting dan perbaikan setelah adanya optimasi. Dapat dilihat bahwa setiap bulannya terjadi penghematan biaya transportasi pada kondisi perbaikan. Besarnya penghematan biaya transportasi dari tiap bulan bervariasi pada kisaran Rp. 700,000,000 hingga Rp 1,200,000,000. Adapun nilai total penghematan selama tahun 2016 yaitu Rp 12,717,426,480. Rata-rata prosentase penghematan tiap bulannya yaitu sebesar 39.9%.

Penghematan biaya transportasi ini terjadi karena pada kondisi eksisting alokasi masih dilakukan secara manual yaitu berdasarkan perkiraan lokasi pabrik akan mengirim ke gudang penyangga yang dianggap dekat dan kapasitasnya masih

mencukupi. Pengiriman dari pabrik ke gudang penyangga yang dianggap dekat inipun hanya berdasarkan perkiraan tanpa melakukan perhitungan jarak menggunakan *software googlemaps*. Selain itu pada kondisi eksisting juga mengikuti pola-pola sebelumnya, di mana biasanya pabrik akan mengirim ke gudang penyangga yang sama tanpa memperhatikan naik atau turunnya *demand* yang disuplai oleh gudang penyangga tersebut hanya jumlah barang yang dikirim saja yang ditambah atau dikurangi berdasarkan *demand*. Padahal apabila *demand* yang harus dipenuhi oleh gudang penyangga tertentu menurun, maka sebenarnya pabrik tertentu yang biasa mengirim ke gudang penyangga pada saat *demand* tinggi tidak perlu mengirim ke gudang penyangga tersebut saat *demand* menurun. Dan biaya transportasi akan lebih hemat apabila gudang penyangga ini dikirim dari pabrik yang lain.

Pada kondisi perbaikan yang telah dioptimasi, alokasi produk tidak hanya meminimalkan biaya transportasi dari pabrik ke gudang penyangga, namun juga meminimalkan biaya transportasi para distributor pada tiap kota saat mengambil barang ke gudang penyangga. Alokasi hasil optimasi sudah memperhatikan biaya pengiriman dari tiap rute dan juga naik atau turunnya *demand* yang harus dipenuhi oleh gudang penyangga. Sehingga pengirimannya hanya dilakukan untuk gudang penyangga yang seharusnya. Dengan demikian biaya transportasi perbaikan setelah optimasi menjadi lebih optimal.

### 5.3 Analisis Konfigurasi Alokasi Pabrik Ke Gudang Penyangga

Hasil *running* optimasi jaringan distribusi pada LINGO menunjukkan bagaimana alokasi dari tiap pabrik ke gudang penyangga yang diperlukan. *Running* optimasi dilakukan setiap bulan untuk tahun 2016 untuk mengetahui bagaimana konfigurasi alokasinya, mengingat *demand* tiap bulan berfluktuasi. Hasil dari komputasi menunjukkan bahwa jumlah rute pengiriman setiap bulannya berbeda-beda.

Periode dengan *demand* yang dapat dikategorikan tinggi yaitu Bulan Maret, April, Oktober, November, dan Desember di mana total *demand* pada masing-masing bulan lebih dari 60000 ton. Berdasarkan hasil komputasi skenario 0, pada Maret jumlah rute pengiriman untuk suplai ke gudang penyangga yaitu sebanyak 186 rute. Pada April terdapat 181 rute pengiriman dari pabrik ke gudang penyangga. Pada Oktober, November dan Desember masing-masing terdapat 194, 179, dan 175 rute pengiriman. Pada Januari, Mei, Juni dan Agustus *demand* masing-masing di atas 50000 ton. Jumlah rute pengiriman pada Januari, Mei, Juni dan Agustus masing-masing yaitu 167, 176, 161, dan 163 rute. Pada Februari, *demand* nya yaitu di atas 40000 ton dengan jumlah rute pengiriman yaitu sebanyak 184 rute. Pada Juli, *demand* nya di atas 30000 ton dengan jumlah gudang penyangga yang *disupply* yaitu 189 rute. Sedangkan pada Bulan September *demand* nya di bawah 30000 ton dan jumlah rute pengiriman dari pabrik ke gudang penyangga yaitu 187 rute.

Pengiriman dari pabrik ke gudang penyangga setiap bulannya tidak hanya untuk *cover demand* pada bulan tersebut, namun juga harus *cover demand* satu minggu ke depan pada bulan berikutnya. Adapun jumlah rute pengiriman terbanyak



yaitu terjadi pada Bulan Februari, Maret April, Juli, September, Oktober dan November. Rute pengiriman yang cukup banyak pada bulan-bulan ini dikarenakan pada bulan berikutnya yaitu Bulan Maret, April, Mei, Agustus, Oktober, November dan Desember memiliki *demand* yang cukup tinggi atau juga terjadi peningkatan *demand* yang cukup tinggi dibanding bulan sebelumnya. Sehingga untuk pengiriman pada Bulan Februari, Maret, April, Juli, September dan Oktober tidak hanya untuk memenuhi *demand* pada bulan tersebut tapi juga untuk *cover demand* untuk satu minggu ke depan pada bulan berikutnya. Jumlah rute pengiriman paling sedikit terjadi pada Bulan Juni dan Agustus, di mana masing-masing jumlah pengirimannya yaitu 161 dan 163 pengiriman. Hal ini disebabkan karena pada Bulan Juli dan September, *demand* nya yang paling sedikit dibanding dengan bulan lainnya. Sehingga jumlah rute pengiriman pada Juni dan Agustus sedikit karena *demand* satu minggu ke depan untuk Bulan Juli dan September juga tidak sebanyak bulan lain.

Hasil komputasi juga menunjukkan bahwa rute eksisting yang cukup jauh seperti rute dari pabrik yang berlokasi di Pasuruan ke gudang penyangga di Banyuwangi sudah tidak ada lagi. Rute terjauh dari alokasi eksisting yaitu berjarak 266 km yaitu dari Pasuruan Ke Banyuwangi. Sedangkan rute pengiriman terjauh dari hasil komputasi yaitu dari Pasuruan ke Jember, dengan jarak 167 Km.

Hasil *running* komputasi menunjukkan bahwa terjadi perubahan konfigurasi alokasi dari pabrik ke gudang penyangga menyesuaikan *demand* pada tiap bulannya. Akan tetapi ada kecenderungan bahwa suatu pabrik akan selalu mengirimkan ke gudang penyangga tertentu. Beberapa contoh gudang penyangga yang memiliki konfigurasi yang sama yaitu pabrik UD. Bima Sakti akan selalu mengirimkan produk ke gudang penyangga Jombang Gatot Subrata. Contoh lainnya yaitu PT. Garuda Berlian Kencana akan selalu mengirimkan produk ke gudang penyangga Banyuwangi Ketapang.

Hasil *running* untuk alokasi dari pabrik ke gudang penyangga yang ditunjukkan pada **Lampiran H** dapat dilihat bahwa pada beberapa rute pengiriman, terdapat jumlah barang yang dikirim kurang dari 15 unit. Jumlah unit yang kurang dari 15 unit ini tentu tidak memenuhi kebijakan pengiriman *truk load* (TL) yang diterapkan. Sehingga dalam praktek nyata pengirimannya, apabila terjadi kondisi

kebutuhan barang yang dikirim kurang dari *truck load* (LTL) maka terdapat tiga alternatif cara pengiriman berdasarkan kondisinya.

- Kondisi pertama yaitu apabila jumlah unit yang dibutuhkan masih sangat kurang dari *truck load* dan *inventory* di gudang penyangga masih dapat mencukup *demand* yang dibutuhkan maka pengiriman akan ditunda hingga mencapai *truck load* selama beberapa hari, maksimal lima hari.
- Kondisi kedua yaitu jumlah unit yang dibutuhkan masih sangat kurang dari *truck load* dan *inventory* di gudang penyangga kurang untuk memenuhi *demand* pada bulan itu, maka akan segera dilakukan pengiriman *full truck load*. Kondisi ini tentu akan memberikan konsekuensi berupa kenaikan *inventory cost*.
- Kondisi ketiga yaitu apabila jumlah barang yang dibutuhkan hampir mendekati TL, maka akan segera dilakukan pengiriman dengan *full truck load*. Kondisi yang ketiga ini tentu saja akan memberikan dampak peningkatan pada *inventory cost*.

#### **5.4 Analisis Konfigurasi Alokasi Gudang Penyangga Ke Kota**

Hasil *running* optimasi jaringan distribusi pada yang ditampilkan pada **Lampiran I** menunjukkan bagaimana alokasi dari tiap gudang penyangga untuk memenuhi *demand* dari tiap kota. *Running* komputasi dilakukan setiap bulan untuk tahun 2016 untuk mengetahui bagaimana konfigurasi alokasinya, mengingat *demand* tiap bulan berfluktuasi.

Alur distribusi Petroganik yaitu dimulai dengan pengiriman dari pabrik ke gudang penyangga. Biaya transportasi dari pabrik ke gudang penyangga ini ditanggung oleh PT Petrokimia Gresik. Dari gudang penyangga, Petroganik akan diambil oleh para distributor dari tiap kota untuk dijual ke para petani. Biaya transportasi dari gudang penyangga ke lokasi para distributor ditanggung oleh masing-masing distributor. Namun demikian, *running* komputasi ini tidak hanya untuk mengoptimasi biaya transportasi dari pabrik ke gudang penyangga namun juga mengoptimasi biaya transportasi yang dilakukan para distributor.

Hasil dari komputasi menunjukkan bahwa gudang penyangga akan memenuhi *demand* dari kota yang satu wilayah (kota/kabupaten) dengan gudang

penyangga. Namun demikian terdapat gudang penyangga yang tidak hanya memenuhi *demand* yang satu wilayah, akan tetapi gudang penyangga tersebut juga memenuhi *demand* dari kota lain yang berdekatan dengan wilayah gudang penyangga tersebut. Begitupula pada pemenuhan *demand* kota, terdapat kota yang disuplai lebih dari satu gudang penyangga baik dari wilayah yang sama maupun kota lain yang berdekatan. Kondisi ini terjadi biasanya terjadi saat *demand* tinggi, sehingga kapasitas gudang pada kota tersebut tidak mencukupi untuk memenuhi *demand* kota tersebut. Sehingga untuk memenuhi *demand* kota tersebut dibantu suplai dari gudang penyangga wilayah lain yang berdekatan.

Dari 113 gudang penyangga, terdapat beberapa gudang penyangga yang tidak dialokasikan untuk memenuhi *demand* Petroganik pada suatu kota. Hal ini dapat terjadi, karena gudang penyangga tidak hanya digunakan sebagai penyimpanan dan *distribution center* untuk produk Petroganik, melainkan juga untuk pupuk bersubsidi lainnya. Sehingga gudang penyangga yang tidak terdapat alokasi untuk memenuhi *demand* Petroganik, dapat digunakan secara maksimal sebagai gudang *intransit* produk pupuk bersubsidi lain untuk dikirim ke wilayah atau provinsi lain. Sebagai contoh, hasil dari komputasi menunjukkan bahwa beberapa gudang penyangga di wilayah Banyuwangi pada bulan tertentu saat *demand* tidak terlalu tinggi, tidak ada alokasi dari gudang penyangga tersebut untuk memenuhi *demand*. Adapun contoh gudang penyangga yang pada bulan tertentu tidak digunakan yaitu gudang penyangga Banyuwangi 3 Kalipuro dan Banyuwangi Kalipuro 5. Sehingga gudang penyangga Banyuwangi 3 Kalipuro dan Banyuwangi 5 Kalipuro dapat dimanfaatkan secara maksimal sebagai tempat transit pupuk bersubsidi lain untuk dikirim ke wilayah Bali, NTB dan NTT.

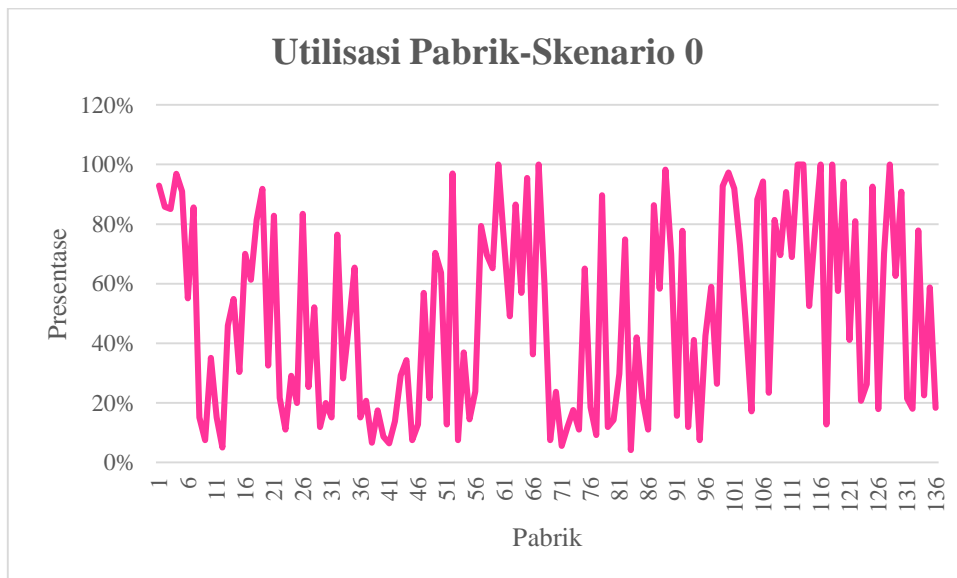
## **5.5 Analisis Utilisasi Tiap Pabrik Tahun 2016**

Gambar 5.3 di bawah ini merupakan grafik rata-rata utilisasi tiap pabrik hasil komputasi skenario 0 pada tahun 2016. Berdasarkan Gambar 5.3 di bawah ini dapat dilihat bahwa utilisasi pabrik tidak merata satu sama lain. Terdapat pabrik yang utilitasnya 100%, namun juga terdapat pabrik yang utilitasnya hanya 4%.

Utilisasi pabrik yang tidak merata antar pabrik ini tidak hanya terjadi pada bulan yang *demand* tinggi atau rendah saja, namun juga terjadi pada setiap

bulannya. CV. Pantras Agrolestari yang berlokasi di Pasuruan merupakan salah satu contoh pabrik dengan utilitas yang sangat rendah yaitu hanya 4% setiap bulannya. Di sisi lain PT. Batara Agro yang berlokasi di Ponorogo ini memiliki utilisasi sebesar 100% setiap bulannya.

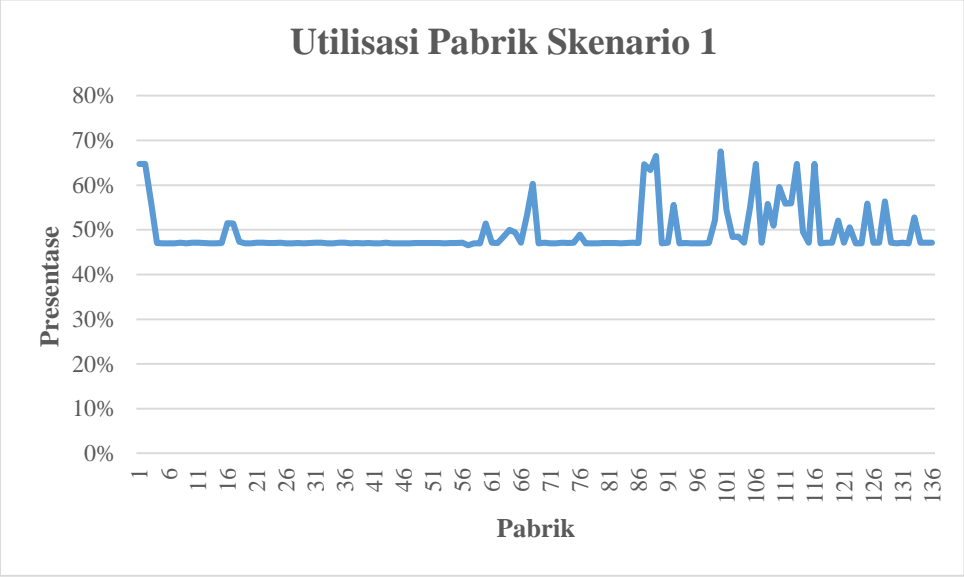
Salah satu faktor mengapa terdapat pabrik yang memiliki utilisasi yang sangat tinggi dan juga terdapat pabrik yang memiliki utilisasi sangat rendah yaitu karena lokasi dari pabrik tersebut. Pabrik yang lokasinya strategis yaitu dekat dengan gudang penyangga maka ada kecenderungan utilitasnya tinggi. Hal ini karena dari segi jarak dekat sehingga pengiriman dari pabrik ini akan meminimasi biaya transportasi. Sebaliknya pabrik yang memiliki utilisasi rendah yaitu pabrik yang lokasinya kurang strategis atau tidak dekat dengan gudang penyangga. Karena jarak dengan gudang penyangga lebih jauh, sehingga biaya transportasi dari pabrik ini ke gudang penyangga akan kurang optimal.



Gambar 5. 3 Rata-Rata Utilisasi Pabrik Pada Tahun 2016

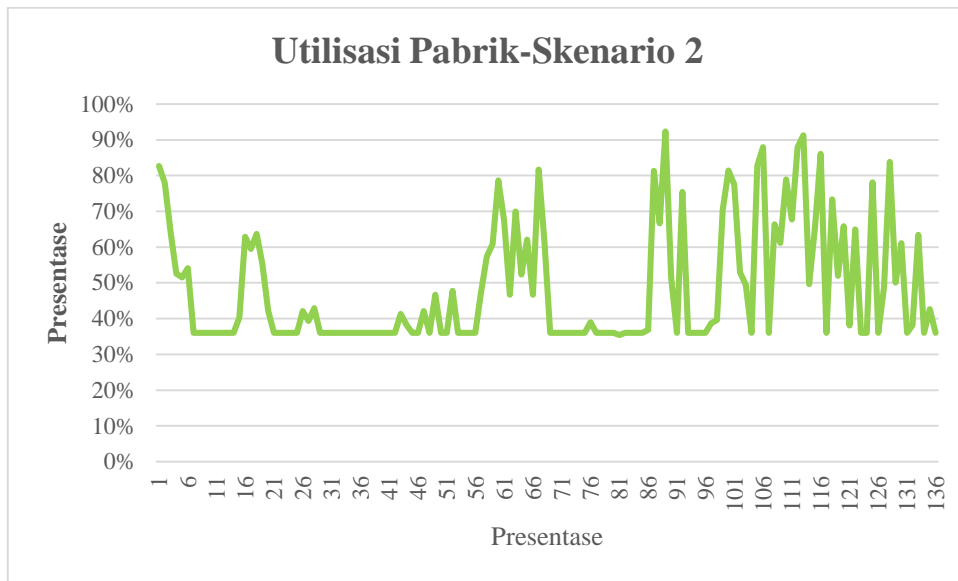
Jika ditinjau dari sisi PT Petrokimia Gresik, adanya pabrik yang memiliki utilisasi rendah ini tidak memberikan kerugian bagi perusahaan. Namun apabila ditinjau dari sisi investor pabrik, maka investor yang pabriknya memiliki utilisasi rendah tentu akan merasakan kerugian. Hal ini disebabkan, para investor tersebut telah mengeluarkan biaya investasi yang besar untuk membuat pabrik dengan kapasitas besar namun tidak dimaksimalkan produksinya. Sehingga pada penelitian

tugas akhir ini dibuat dua skenario untuk lebih meratakan utilisasi antar pabrik. Berikut ini grafik rata-rata utilisasi pabrik untuk skenario 1 dan skenario 2.



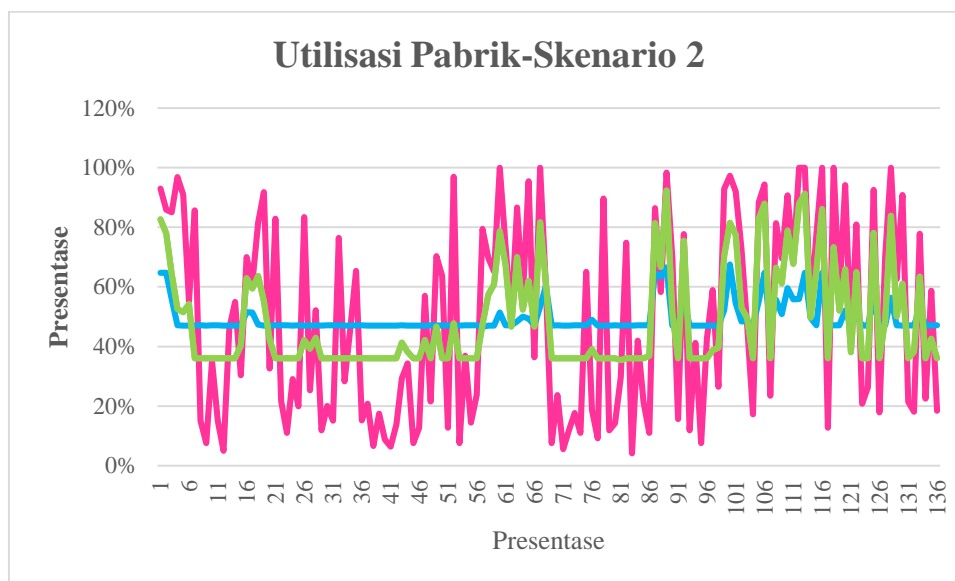
Gambar 4. 1 Rata-Rata Utilisasi Pabrik Skenario 1

Gambar di atas merupakan grafik rata-rata utilisasi pabrik untuk senario 1, di mana batas minimum produksinya yaitu 47%. Dapat dilihat pada grafik bahwa perbedaan utilisasi antar pabrik tidak terlalu tinggi. Beberapa pabrik rata-rata utilisasinya yaitu 47% dan beberapa pabrik lainnya utilisasinya hampir 70%.



Gambar 4. 2 Rata-Rata Utilisasi Pabrik Skenario 1

Gambar di atas merupakan grafik rata-rata utilisasi pabrik untuk skenario 2, di mana batas minimum produksinya yaitu 36%. Dapat dilihat pada grafik bahwa perbedaan utilisasi antar pabrik menjadi semakin berkurang dibanding dengan utilisasi hasil komputasi perbaikan skenario 0. Sehingga pabrik-pabrik yang pada komputasi skenario 0 utilitasnya sangat rendah naik menjadi paling tidak 36%. Dan sebagian besar lainnya, memiliki utilisasi di atas 36%, bahkan terdapat pabrik yang utilitasnya mencapai lebih dari 90%. Gambar di bawah ini merupakan grafik yang menunjukkan perbandingan utilisasi antar skenario.



Gambar 5. 4 Perbandingan Utilisasi Pabrik Antar Skenario

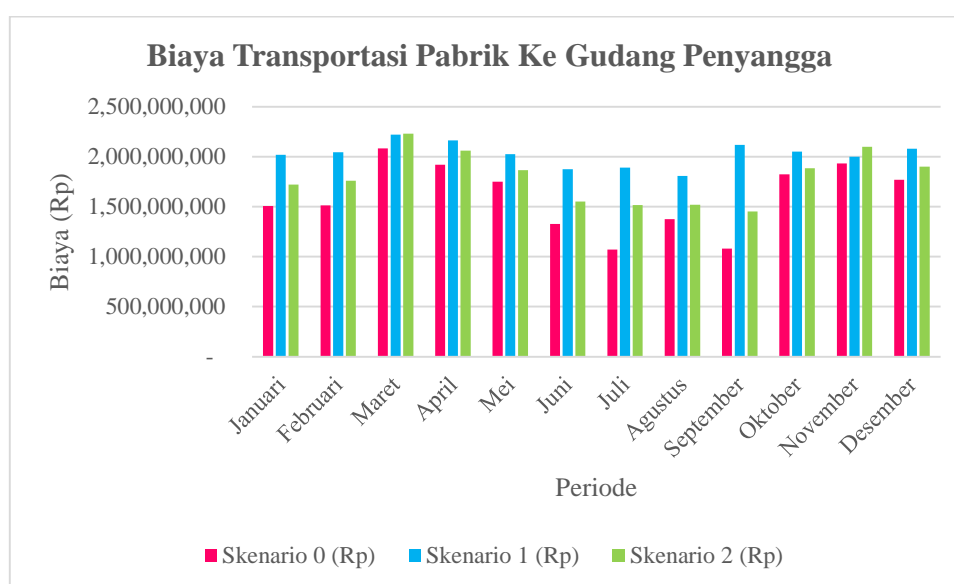
## 5.6 Analisis Biaya Transportasi Skenario, Skenario 1, Skenario 2 Dan Eksisting

Pada pengolahan data dihasilkan biaya transportasi pada perbaikan skenario 0, biaya transportasi pada skenario 1 dan biaya transportasi pada skenario 2. Di bawah ini merupakan tabel perbandingan biaya transportasi antar skenario.

Tabel 5. 2 Perbandingan Biaya Transportasi Antar Skenario

No	Bulan	Skenario 0 (Rp)	Skenario 1 (Rp)	Skenario 2 (Rp)
1	Januari	1,507,794,677	2,019,438,296	1,720,503,308
2	Februari	1,513,034,653	2,043,131,395	1,758,324,897
3	Maret	2,081,299,559	2,220,811,018	2,228,605,627
4	April	1,919,760,076	2,163,386,879	2,061,610,589
5	Mei	1,750,068,289	2,026,457,345	1,864,851,074
6	Juni	1,326,837,519	1,875,188,258	1,552,893,640
7	Juli	1,071,963,147	1,889,820,850	1,514,904,477
8	Agustus	1,374,705,809	1,806,382,928	1,520,229,555
9	September	1,079,301,125	2,116,845,911	1,453,775,476
10	Oktober	1,822,975,524	2,050,954,544	1,883,927,814
11	November	1,933,193,644	2,000,838,497	2,099,849,190
12	Desember	1,769,081,192	2,079,084,884	1,901,431,776
13	<b>Total 2016</b>	<b>19,150,015,212</b>	<b>23,845,645,032</b>	<b>21,128,197,512</b>
<b>Presentase Kenaikan Dari Skenario 0</b>			<b>20%</b>	<b>9%</b>

Pada tabel di atas menunjukkan bahwa pada skenario 1 yaitu di mana utilisasi minimum pabrik menjadi 47%, presentase biaya transportasi naik sebesar 20% dari biaya transportasi perbaikan untuk kondisi eksisting yaitu minimum produksi pabrik 83 ton. Sedangkan pada skenario 2, di mana utilisasi minimum pabrik menjadi 36%, presentase biaya transportasi naik menjadi 9% dari biaya transportasi perbaikan skenario 0. Berikut ini akan ditampilkan gambar yang menunjukkan grafik biaya transportasi antar skenario.



Gambar 5. 5 Grafik Biaya Transportasi Antar Skenario

Meskipun biaya transportasi dari kedua skenario mengalami peningkatan dari biaya transportasi skenario 0, namun demikian biaya transportasi dari kedua skenario ini tetap lebih rendah dibanding dengan biaya transportasi eksisting berdasarkan hasil skenario 0. Tabel di bawah ini merupakan perbandingan biaya transportasi dari skenario 1 dan skenario 2 terhadap biaya transportasi eksisting berdasarkan hasil skenario 0.

Tabel 5. 3 Perbandingan Biaya Transportasi Skenario 1, Skenario 2 & Eksisting

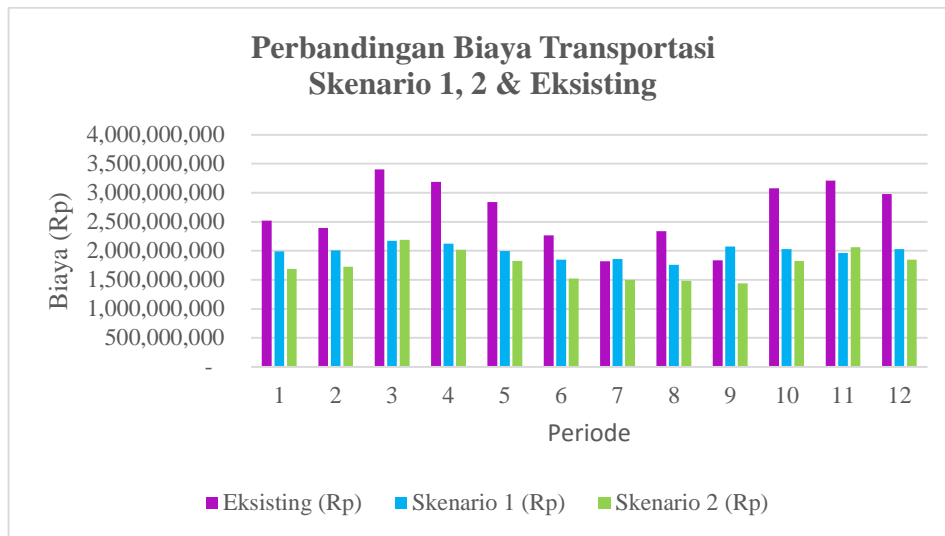
No	Bulan	Eksisting (Rp)	Skenario 1 (Rp)	Skenario 2 (Rp)
1	Januari	2,519,345,859	1,991,320,069	1,687,105,975
2	Februari	2,393,308,767	2,004,975,990	1,726,839,757
3	Maret	3,402,153,924	2,171,925,996	2,188,152,070



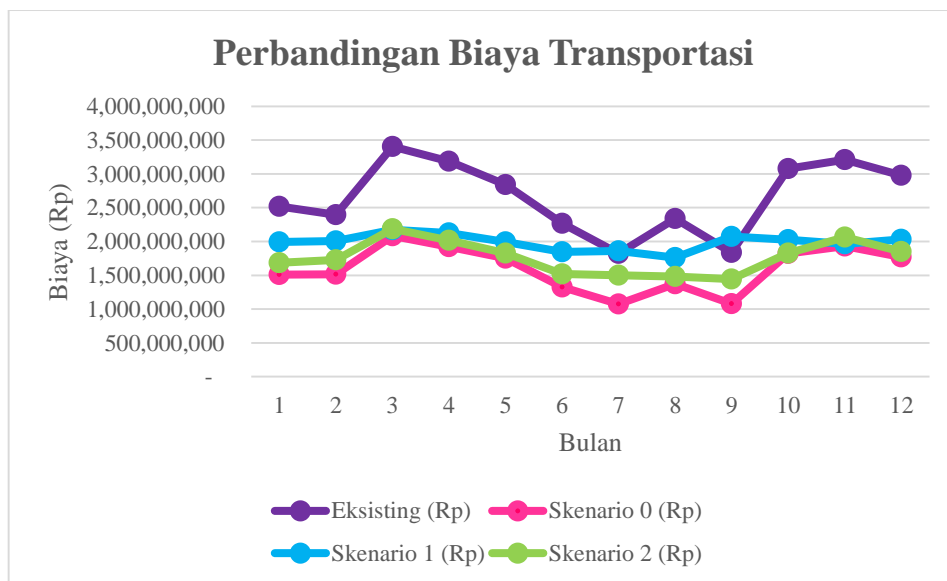
4	April	3,185,826,811	2,123,812,989	2,017,488,562
5	Mei	2,839,025,382	1,993,718,099	1,826,958,446
6	Juni	2,268,418,373	1,846,322,075	1,521,259,423
7	Juli	1,821,455,347	1,858,757,425	1,498,672,831
8	Agustus	2,336,871,272	1,758,809,631	1,481,141,298
9	September	1,837,459,266	2,075,733,066	1,441,195,820
10	Oktober	3,077,189,618	2,026,681,108	1,827,685,493
11	November	3,209,957,330	1,962,742,031	2,062,885,563
12	Desember	2,976,429,743	2,030,846,554	1,848,812,273
13	<b>Total 2016</b>	<b>31,867,441,692</b>	<b>23,845,645,032</b>	<b>21,128,197,512</b>
<b>Presentase Penghematan Eksisting</b>			<b>25%</b>	<b>34%</b>

Berdasarkan tabel di atas dapat dilihat bahwa total biaya transportasi tahun 2016 pada skenario 1 lebih hemat 25% dari biaya transportasi eksisting berdasarkan *output* skenario 0. Sedangkan untuk skenario 2, total biaya transportasi tahun 2016 lebih hemat 34% dibanding biaya transportasi eksisting berdasarkan *output* skenario 0.

Total biaya transportasi dari skenario 1 dan skenario 2 masih tetap lebih hemat dibandingkan dengan biaya transportasi eksisting berdasarkan *output* skenario 0. Sehingga skenario 1 dan skenario 2 layak untuk diterapkan perusahaan. Apabila perusahaan menerapkan skenario 1 ataupun skenario 2, perusahaan akan tetap mengeluarkan biaya transportasi yang lebih hemat dibanding biaya transportasi eksisting. Secara *global*, pihak investor pabrik juga mendapatkan keuntungan karena utilisasi pabriknya lebih merata. Gambar di bawah ini merupakan grafik yang menunjukkan biaya transportasi antara skenario 1, skenario 2 dan biaya transportasi eksisting serta pada Gambar 5.7 merupakan grafik perbandingan biaya transportasi eksisting dan tiap skenario.



Gambar 5. 6 Perbandingan Biaya Transportasi Skenario 1, 2 dan Eksisting



Gambar 5. 7 Perbandingan Biaya Tranposrtasi

### 5.7 Analisis Kapasitas Pabrik dan Gudang Penyangga Hingga 2020

Pada pengolahan data dilakukan *running* komputasi untuk tahun 2017 hingga tahun 2020. Ini untuk mengetahui apakah parameter dari kapasitas pabrik maupun gudang penyangga masih mencukupi untuk memenuhi *demand* hingga tahun 2020. Dari *running* komputasi mendapatkan hasil *global optimal* pada tiap *running* tahun 2017 hingga 2020. Hal ini menunjukkan bahwa parameter baik kapasitas pabrik maupun gudang penyangga masih dapat memenuhi *demand* dari

tiap kota hingga 2020. Sehingga hingga tahun 2020, perusahaan belum perlu melakukan kebijakan penambahan *investor* untuk pendirian pabrik Petroganik dan juga belum perlu menambah gudang penyangga. Adapun prosentase peningkatan biaya transportasi tiap tahun yaitu sekitar dari tahun 2016 hingga 2020 untuk skenario 0 yaitu 11%-13%.

Tabel 5. 4 Peningkatan Biaya Transportasi Tiap Tahun

<b>Tahun</b>	<b>Biaya Transportasi</b>	<b>Peningkatan (%)</b>
2016	19,150,015,212	-
2017	21,344,569,672	11%
2018	23871722210	12%
2019	26932405517	13%
2020	30597257695	14%

## Lampiran A

### Lampiran A. 1 Alamat Dan Kapasitas Pabrik

Kode	Kapasitas Maks (Ton/Bulan)	Kode	Kapasitas Maks (Ton/Bulan)	Kode	Kapasitas Maks (Ton/Bulan)	Kode	Kapasitas Maks (Ton/Bulan)	Kode	Kapasitas Maks (Ton/Bulan)	Kode	Kapasitas Maks (Ton/Bulan)
P-024	550	P-127	1150	P-119	1400	P-108	350	P-077	700	P-200	550
P-600	550	P-616	550	P-209	750	P-192	1500	P-094	1650	P-022	1100
P-032	550	P-008	1100	P-620	750	P-123	700	P-111	1100	P-133	550
P-023	750	P-076	800	P-084	1250	P-096	550	P-065	700	P-092	550
P-151	500	P-132	750	P-169	650	P-126	750	P-081	1600	P-104	550
P-014	1100	P-189	700	P-012	1150	P-115	550	P-088	1350	P-193	550
P-090	600	P-153	750	P-129	1100	P-135	1500	P-045	1200	P-610	400
P-140	550	P-070	550	P-048	750	P-009	900	P-030	550	P-106	400
P-180	1100	P-033	550	P-085	750	P-069	1300	P-056	550	P-041	1100
P-006	550	P-166	1100	P-172	550	P-062	700	P-071	1100	P-017	1200
P-098	550	P-099	600	P-029	1100	P-117	750	P-010	550	P-615	550
P-143	1650	P-050	550	P-002	1400	P-109	1150	P-196	550	P-093	550
P-005	1100	P-011	550	P-131	800	P-080	650	P-083	550	P-621	550
P-148	800	P-113	400	P-068	400	P-018	2000	P-118	550	P-138	550
P-181	1150	P-072	1250	P-124	550	P-089	750	P-067	550	P-155	500
P-043	550	P-120	1100	P-156	750	P-185	550	P-073	600	P-063	550
P-208	1000	P-157	950	P-003	1650	P-021	750	P-105	900	P-066	1100

Kode	Kapasitas Maks (Ton/Bulan)	Kode	Kapasitas Maks (Ton/Bulan)	Kode	Kapasitas Maks (Ton/Bulan)	Kode	Kapasitas Maks (Ton/Bulan)	Kode	Kapasitas Maks (Ton/Bulan)	Kode	Kapasitas Maks (Ton/Bulan)
P-001	1650	P-019	1300	P-054	1200	P-064	600	P-110	1100	P-061	550
P-027	1200	P-187	600	P-007	1400	P-186	550	P-612	1200	P-176	550
P-167	1100	P-146	550	P-175	550	P-052	550	P-016	550	P-100	550
P-207	550	P-091	1200	P-134	550	P-130	600	P-020	550	P-125	550
P-162	550	P-004	1100	P-617	550	P-013	550	P-044	1100		
P-042	750	P-082	1400	P-034	1100	P-031	1100	P-139	550		

## Lampiran B

### Lampiran B. 1 Lokasi Dan Kapasitas Gudang Penyangga

No	GP	Kapasitas (Ton)	No	GP	Kapasitas (Ton)	No	GP	Kapasitas (Ton)
1	Bangkalan Socah	476	39	Mojokerto 3 Kemlagi	672	77	Brebes 2 Larangan	560
2	Banyuwangi Rg Jampi	1400	40	Nganjuk 2 Loceret	1960	78	Cilacap 1 Kesugihan	700
3	Banyuwangi 5 Kalipuro	1198	41	Nganjuk 3 Loceret	1638	79	Demak 1 Mranak Wonosalam	2660
4	Banyuwangi 3 Kalipuro	756	42	Ngawi 1 Geneng	1884	80	Demak 2 Trengguli Wonosalam	700
5	Banyuwangi DC Ketapang	5180	43	Ngawi 2 Karangjati	3010	81	Demak 3 Gajah	1030
6	Banyuwangi DC Singojurh	1050	44	Ngawi 3 Paron	2800	82	Jepara 1 Mayong	1680
7	Blitar 1 Talun	490	45	Pacitan - Medati	490	83	Karangannya	1400
8	Blitar 2 Wingi	700	46	Pamekasan 1 Larangan	1120	84	Kebumen Purbowangi	560
9	Bojonegoro 1 Baureno	1400	47	Pamekasan Galis	152	85	Kendal 2 Wonorejo	1400
10	Bojonegoro 2 SB Rejo	1400	48	Pasuruan 2 Kejayaan	560	86	Klaten 1 Ceper	700
11	Bojonegoro 3 Padangan	280	49	Pasuruan 3 Pelabuhan	910	87	Klaten 2 Delanggu	2800
12	Bojonegoro 4 Kalitidu	1680	50	Ponorogo 1 Cokro M	756	88	Kudus Purwosari	1540
13	Bojonegoro 5 Temayang	560	51	Ponorogo 2 Balong	980	89	Magelang Mertoyudan	840
14	Bondowoso 1 Tangsil	770	52	Probolinggo 1 Paiton	644	90	Pati 1 Margorejo	560
15	Gresik - KIG Blok Q	6832	53	Probolinggo 2 Wonomerto	700	91	Pati 2 Gajah Mati	840
16	Gresik - KIG Blok I	6832	54	Sidoarjo 2 By Pass	1400	92	Pati 4 Sokokulon	840
17	Gresik Romo Mdrn	5600	55	Sampang - Torjun	280	93	Pemalang 1 HC Aminoto	560
18	Gresik Tri Darma	1400	56	Situbondo 1 Arjasa	1540	94	Pemalang 2 Taman	700

No	GP	Kapasitas (Ton)	No	GP	Kapasitas (Ton)	No	GP	Kapasitas (Ton)
19	Jember 1 Rambipuji	700	57	Sumenep - Saronggi	420	95	Purbalingga Kalikabong	560
20	Jemberl 2 Ambulu	1120	58	Trenggalek	420	96	Purwadadi 1-Grobogan	560
21	Jember 3 Puger	1400	59	Tuban 1 Jenu	616	97	Purwodadi 2	560
22	Jombang Gt Subroto	1400	60	Tuban 2 Palang	1400	98	Purworejo 1 Butuh	420
23	Jombang Peterongan	700	61	Tuban 3 Beji	980	99	Rembang 1 Gapura	560
24	Kediri 1 Kayen	840	62	Tuban 4 Beji	1400	100	Rembang 2 Lasem	560
25	Kediri 2 Ringin Rejo	560	63	Tulungagung 1 Nganut	560	101	Sragen Ngrampal	980
26	Kediri 3 Gurah	1932	64	Tulungagung 2 Ngantru	700	102	Sragen 2 Sambang Macan	688
27	Lamongan 1	1400	65	Banjarnegara 1	462	103	Sukoharjo 1 Veteran	560
28	Lamongan 3 Pucuk	840	66	Pekalongan S Parman	560	104	Sukoharjo 2 Baki	2206
29	Lumajang 2 Tempeh	980	67	Banyumas 2 Cilongok	980	105	Tegal 1 Pelabuhan	560
30	Lumajang 3 Rawokangkung	1960	68	Banyumas 3 Wangon	840	106	Tegal 3 Kramat	1736
31	Madiun 1 Sb Bening	1400	69	Batang Sambong	840	107	Temanggung	616
32	Madiun 2 Jerukgulung	1960	70	Blora 1 Cepu	1400	108	Wonosobo	560
33	Magetan	1960	71	Blora 3 Bangle	980	109	Wonogiri 2 Ngambangan	1540
34	Malang 1 Buring	560	72	Blora 4 Ngawen	1680	110	Bantul - Sewon	2100
35	Malang 3 Sukun	1778	73	Blora Rd Blatung	470	111	Wates	840
36	Malang 5 Bakalan	2044	74	Boyolali	840	112	Yogyakarta Pramuka	840
37	Mojokerto 1	700	75	Semarang	2744	113	Gunung Kidul	840
38	Mojokerto 2 Trowulan	3640	76	Brebes 1 Wonosari	1260			

## Lampiran C

### Lampiran C. 1 *Demand Kota* Tiap Bulan Tahun 2016

No	Kota	Demand (Ton)											
		Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	Banyuwangi	2198	3655	2409	2177	2567	1803	1130	454	303	1687	741	1122
2	Bondowoso	148	123	210	423	382	117	270	70	186	1258	177	318
3	Situbondo	74	153	0	57	170	113	132	280	91	775	76	53
4	Jember	1592	1087	1158	2454	1296	1611	975	1735	1028	773	727	1386
5	Probolinggo	317	734	1114	1145	2336	488	168	18	13	56	74	32
6	Kota Probolinggo	25	38	37	21	54	6	0	0	36	0	57	0
7	Lumajang	1224	878	534	1358	1746	1586	506	1921	341	617	971	1211
8	Pasuruan	812	497	941	800	794	946	462	302	315	929	1134	896
9	Kota Pasuruan	16	19	11	16	16	58	17	52	41	50	31	59
10	Malang	1562	1626	3507	2716	2728	2590	1751	1841	2325	2732	1389	2568
11	Kota Malang	26	147	37	24	28	30	17	26	292	54	19	27
12	Kota Batu	174	185	190	163	137	148	85	155	111	205	88	133
13	Mojokerto	721	276	289	985	1086	1773	498	201	531	469	1043	1156
14	Kota Mojokerto	25	31	36	30	27	30	17	26	19	23	141	27
15	Sidoarjo	122	251	24	98	125	62	68	103	74	104	202	324
16	Blitar	1757	1791	1540	2194	1948	1867	756	3540	1170	214	330	2400
17	Kota Blitar	50	61	73	60	82	59	118	595	0	0	0	0
18	Tulungagung	646	614	1141	1234	1287	1363	109	795	1119	605	1798	977
19	Kediri	2398	633	3492	2712	2521	2327	1482	2851	958	2962	1568	1343



No	Kota	Demand (Ton)											
		Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
20	Kota Kediri	80	99	290	84	66	240	0	253	23	128	169	253
21	Trenggalek	244	185	144	154	388	417	41	371	0	764	276	384
22	Pacitan	832	491	403	592	248	118	135	196	0	397	833	1401
23	Ponorogo	2725	1717	2059	1814	1670	1159	890	1040	1005	1625	1657	2631
24	Gresik	1492	540	832	1191	874	352	270	837	449	1111	1045	1962
25	Surabaya	0	0	0	0	9	0	0	21	15	18	14	21
26	Tuban	1249	1272	1736	1340	1169	1399	600	4632	697	772	3163	1144
27	Lamongan	1687	460	1652	1923	1794	1560	759	1033	655	2736	2391	2531
28	Bojonegoro	2303	1153	2280	2723	1694	1085	605	2656	1243	3960	3236	1783
29	Jombang	537	153	253	948	1270	558	422	709	355	987	660	1071
30	Nganjuk	643	443	1339	2184	982	2052	837	1394	115	1856	2169	1176
31	Ngawi	1742	1929	7646	1971	1637	2362	2412	1174	1830	4012	4485	1763
32	Madiun	1127	603	2596	2736	493	550	964	858	338	1024	2496	2428
33	Kota Madiun	0	0	86	104	0	0	34	47	0	85	71	99
34	Magetan	1835	2085	2305	1626	1522	992	1431	1235	969	2226	3463	1300
35	Bangkalan	184	294	116	0	190	53	0	47	6	318	393	450
36	Sampang	195	123	145	29	308	35	16	0	16	176	376	482
37	Pamekasan	401	489	36	275	754	0	0	0	69	289	1047	679
38	Sumenep	106	92	108	794	711	59	64	21	57	168	579	194
39	Wonogiri	1174	936	1530	1470	1318	1125	677	1182	630	1357	1467	1343
40	Karanganyar	520	414	678	651	584	499	300	524	279	601	650	595
41	Sragen	1245	992	1623	1558	1397	1193	718	1253	669	1439	1556	1424
42	Grobogan	1418	1130	1849	1775	1592	1359	818	1428	762	1640	1773	1623

No	Kota	Demand (Ton)											
		Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
43	Kota Surakarta	4	3	6	5	4	4	2	4	2	5	5	4
44	Klaten	378	301	493	473	425	363	218	381	203	437	473	433
45	Sukoharjo	426	339	555	533	478	408	245	428	229	492	532	487
46	Boyolali	394	314	514	493	442	377	227	397	212	456	492	451
47	Blora	1284	1024	1674	1608	1442	1230	741	1293	690	1485	1605	1469
48	Rembang	591	471	770	740	663	566	341	595	317	683	739	676
49	Pati	827	659	1078	1036	929	793	477	833	444	957	1034	947
50	Kudus	355	283	462	444	398	340	205	357	190	410	443	406
51	Jepara	567	452	739	710	637	543	327	571	305	656	709	649
52	Demak	1000	798	1304	1253	1123	959	577	1008	537	1157	1251	1145
53	Semarang	181	144	236	227	203	174	105	183	97	210	227	207
54	Kota Semarang	28	23	37	35	32	27	16	29	15	33	35	32
55	Temanggung	1544	1231	2013	1933	1734	1480	891	1555	829	1786	1930	1767
56	Kota Magelang	4	3	6	5	4	4	2	4	2	5	5	4
57	Magelang	1576	1256	2054	1973	1769	1510	909	1587	846	1822	1969	1803
58	Kota Salatiga	14	11	19	18	16	13	8	14	8	16	18	16
59	Purworejo	662	528	863	829	743	634	382	666	355	765	827	757
60	Wonosobo	323	257	421	404	363	309	186	325	174	374	403	370
61	Banjarnegara	441	352	575	552	495	423	255	444	237	510	551	505
62	Kebumen	614	490	801	769	690	589	355	619	330	711	768	703
63	Banyumas	418	333	544	523	469	400	241	420	224	483	522	478
64	Cilacap	827	659	1078	1036	929	793	477	833	444	957	1034	947
65	Brebes	583	465	760	730	655	559	336	587	313	674	729	667

No	Kota	Demand (Ton)											
		Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
66	Tegal	1067	851	1392	1337	1198	1023	616	1075	573	1234	1334	1222
67	Kota Tegal	14	11	18	18	16	13	8	14	8	16	18	16
68	Pemalang	504	402	657	631	566	483	291	508	271	583	630	577
69	Kota Pekalongan	18	14	24	23	20	17	11	18	10	21	23	21
70	Pekalongan	244	195	318	306	274	234	141	246	131	282	305	279
71	Purbalingga	418	333	544	523	469	400	241	420	224	483	522	478
72	Batang	307	245	401	385	345	294	177	309	165	355	384	352
73	Kendal	354	283	462	444	398	340	205	357	190	410	443	406
74	Gunungkidul	39	38	47	52	2	12	2	132	158	654	613	251
75	Bantul	378	330	563	486	427	385	263	333	162	237	292	421
76	Kota Yogyakarta	4	4	6	5	5	4	3	4	2	2	3	4
77	Sleman	355	224	340	418	434	323	147	348	127	156	199	220
78	Kulonprogo	289	253	432	372	327	296	201	255	123	182	224	322

## Lampiran D

### Lampiran D. 1 Data Rute Biaya Transportasi Yang Didapatkan

No	Deskripsi	Jarak	Medan	Ukuran Truk	Biaya (Per Ton)
1	Sumber Lancar Jember - Gp. Jember Ii/Ambulu	52	3	3	42508
2	Tunas Jaya R Nganjuk - Gp. Madiun	44	3	1	45430
3	Putra Jaya Raharja Wonogiri - Wonogiri Ii/Nambangan	46	1	1	35000
4	Pt. Langgeng Asri Makmur Klaten - Gp.Karanganyar	59	2	3	43501
5	Subur Wangi Magetan - Ponorogo Ii/Balong	58	1	2	39562
6	Meta Jaya Lamongan - Tuban Ii/Palang	51	3	3	51331
7	Indo Baru Mandiri Bojonegoro - Bojonegoro Iii/Padangan	55	2	5	45106
8	Eka Putra Jaya Bojonegoro - Bojonegoro Ii/Sb.Rejo	40	2	5	41480
9	Ina Mineral Comp Pati - Gp. Blora Iv/Ngawen	66	3	4	55242
10	Ina Mineral C Pati - Gp. Purwodadi Ii/Getas	53	1	2	39826
11	Uwaiz Mehmuda Harmonis Gresik - Lamongan	45	3	4	42643
12	Indo Baru Mandiri Bojonegoro - Bojonegoro Ii/Sb.Rejo	55	2	5	41480
13	Bumi Subur Sentosa Ngawi - Gp. Ngawi Ii/Kr. Jati	30	2	1	29520
14	Alam Karima Madiun - Gp. Ponorogo Ii/Balong	61	1	2	37031
15	Alam Karima Madiun - Gp. Ponorogo I/Cokro	50	1	4	37031
16	Karya Industri Nusantara Pati - Gp. Purwodadi I/Tw. Harjo	64	1	2	39826
17	Karya Industri Nusantara Pati - Gp. Purwodadi Ii/Getas	64	1	2	39826
18	Indah Tani Jepara - Purwodadi I/Tawang Harjo	65	1	2	38156
19	Indah Tani Jepara - Purwodadi Ii/Getas	65	1	2	38156
20	Langgeng Asri M Klaten - Gp. Bantul Sewon	39	5	7	47368
21	Yossi Jaya Sragen - Gp. Sukoharjo Ii/Baki	52	2	3	39441
22	Unggul Perdana Org Blora - Rembang I/Gapuro	49	2	3	38541

No	Deskripsi	Jarak	Medan	Ukuran Truk	Biaya (Per Ton)
23	Tani Jaya Perkasa Grobogan - Blora Iv/Ngawen	60	3	4	46922
24	Karya Industri Nusantara Pati - Gp. Rembang Ii/Lasem	54	3	3	42074
25	Sembodo Joyo Magelang - Wates	68	5	7	63938
26	Lintas Jawamas Utama Mojo-Rto - Gresik Tri Dharma	67	3	3	57476
27	Pantras Agro Lestari Pasuruan - Gd. Gresik	77	3	1	63402
28	Unggul Perdana Org Blora - Bojonegoro Iv/Kalitidu	66	2	4	52337
29	Tani Makmur Pekalongan - Gp. Brebes I/Wonosari	84	1	1	46045
30	Tani Makmur Pekalongan - Gp. Tegal Iii/Kramat	85	1	1	49191
31	Phalosari Uj Jombang - Gresik Tri Dharma	86	2	3	53934
32	Tunas Jaya R Nganjuk - Gp. Madiun	44	3	1	45430
33	Putra Jaya Raharja Wonogiri - Wonogiri Ii/Nambangan	45	1	1	35000
34	Unggul Perdana Org Blora - Rembang I/Gapuro	49	2	3	38541
35	Ina Mineral C Pati - Gp. Purwodadi Ii/Getas	53	1	2	39826
36	K 3 Pg Gresik - Gresik Tri Dharma	37	3	3	44324
37	Gcs Sumenep - Sumenep Saronggi	28	3	8	32826
38	Hutomo Putra Nganjuk - Madiun Sb.Bening	35	3	5	42586
39	Ijo Ngawi - Gp. Ngawi 2 Karang Jati	29	2	1	29520
40	Meta Jaya Lamongan - Lamongan Iii/Pucuk	34	3	4	40364
41	Agro Santanindo Sragen - Gp. Sragen I/ Ngrampal	32	2	4	29906
42	Mulya Organik Sleman - Bantul Sewon	30	3	7	38184
43	Bumi Subur Sentosa Ngawi - Madiun Sumber Bening	30	3	5	33980
44	Tani Gemilang Blitar - Blitar Talun	29	3	2	40821
45	Tani Gemilang Blitar - Blitar Wlingi	34	3	1	40821
46	Andi Jaya Industri Demak - Demak I/Mranak	19	2	7	29906
47	Jayeng Rono Nganjuk - Gp. Nganjuk Ii/ Loceret	24	3	1	37529

No	Deskripsi	Jarak	Medan	Ukuran Truk	Biaya (Per Ton)
48	Bumi Subur Sentosa Ngawi - Gp. Ngawi Iii/Paron	18	2	5	29520
49	Ijo Ngawi - Gp. Magetan	22	3	6	33653
50	Bima Sakti Jombang - Gresik Tri Dharma	86	2	3	53934
51	Manunggal Alam S Bondowoso - Bondowoso I/Tangsil	18	3	4	36100
52	Hutomo Putro Nganjuk - Gp. Ponorogo	89	2	2	53129
53	Jayeng Rono Nganjuk - Magetan	86	2	2	59039
54	Andi Jaya Industri Demak - Demak Trengguli	18	2	7	28034
55	Unggul Perdana Org Blora - Blora Iii/Bangkle	14	3	4	33580
56	Ina Mineral Comp Pati - Gp. Kudus Purwoasri	23	2	3	28263
57	Ramin Mineral Jaya Magelang - Magelang	25	3	5	38156
58	Ijo Ngawi - Gp. Ngawi 2 Karang Jati	29	2	1	29520
59	Langgeng Asri M Klaten - Gp. Bantul Sewon	39	5	7	47368
60	Cv. Mulia Organik Sleman - Gp. Boyolali	52	6	3	62835
61	Damai Indah Lestari Blitar - Malang V/Bakalan	67	7	1	63318
62	Reka Tani Indonesia Malang - Malang I/Buring	15	5	2	32834
63	Molindo Raya Industrial Malang - Malang V/Bakalan	35	5	1	41327

## Lampiran E

### Lampiran I. 1 Biaya Transportas Dari Tiap Pabrik Ke Gudang Penyangga

No	Kode	1	2	3	4	5	6	7	...	...	107	108	109	110	111	112	113
1	P-024	162917	49654	40536	40536	38563	40570	176102	....	....	309209	310728	244595	269828	245738	267459	275727
2	P-600	164925	51661	42544	42544	40570	42578	178110	....	....	311216	312736	246603	271835	247745	269467	277735
3	P-032	137663	59932	73138	73138	79315	81323	142095	....	....	282750	284270	218739	243771	219681	241402	249670
4	P-023	127465	82491	88550	88550	95691	97698	126035	....	....	236578	238097	209384	232850	235098	231645	239913
5	P-151	120840	93331	99511	99511	106652	108659	110979	....	....	229712	231231	202518	225984	228233	224780	233048
6	P-014	131239	75591	67638	67638	64741	66748	143541	....	....	239990	241510	212796	236263	238511	235058	243326
7	P-090	120875	174345	183336	183336	181242	183249	29931	....	....	170932	172452	138599	157890	144319	156846	165114
8	P-140	124087	176353	185343	185343	183249	185257	38603	....	....	166596	168116	134263	153554	139983	151064	159332
9	P-180	124087	175148	184139	184139	182045	184052	35953	....	....	167680	169200	135347	154638	141067	152148	160416
...	...	...	...	...	...	...	...	...	....	....	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	....	....	...	...	...	...	...	...	...
128	P-621	162155	239715	239070	239070	234968	236976	112912	....	....	93168	94687	34109	65118	76079	62588	75109
129	P-138	169055	251032	250386	250386	246285	248292	136274	....	....	74059	79832	55262	64590	75350	62060	70328
130	P-155	195554	277531	276885	276885	272784	274791	157152	....	....	67916	69436	72922	26055	38501	25974	42748
131	P-063	204908	286725	284634	284634	281817	283825	166225	....	....	70927	72447	80551	31876	36614	31354	48128
132	P-066	197638	276042	280215	280215	278121	280128	148436	....	....	91235	84248	137765	55677	66517	54071	31914
133	P-061	162149	287568	285477	285477	282660	284668	167309	....	....	65346	66866	85891	32880	25252	31274	64911
134	P-176	204226	269219	268172	268172	281135	283142	165623	....	....	69683	71202	103798	33683	25653	32479	66517
135	P-100	167890	271026	268935	268935	266119	268126	151009	....	....	62014	66183	69670	33282	40509	28062	53268
136	P-125	191820	270384	264639	264639	266560	268568	159400	....	....	61613	57953	78262	33683	39505	29668	48409

**Lampiran I. 2 Biaya Transportasi dari Tiap Gudang Penyangga Ke Kota**

No	Kota															
	1	2	3	4	5	6	7	...	...	72	73	74	75	76	77	78
1	173798	139269	135254	147775	113172	113172	118391	...	...	216030	208000	212253	208000	183910	187925	203985
2	25403	68364	66520	69241	104097	104097	90045	...	...	321294	301219	276966	277129	271508	283553	295598
3	25159	68120	66276	68997	103853	103853	89801	...	...	321050	300975	276722	276885	271264	283309	295354
4	25159	68120	66276	68997	103853	103853	89801	...	...	321050	300975	276722	276885	271264	283309	295354
5	24671	67632	65788	68509	103365	103365	89313	...	...	320562	300487	276234	276397	270776	282821	294866
6	24671	67632	65788	68509	103365	103365	89313	...	...	320562	300487	276234	276397	270776	282821	294866
7	185257	150728	146713	132259	125032	125032	108570	...	...	208544	188469	154981	161970	156750	155947	170401
8	185013	150484	146469	132015	124788	124788	108326	...	...	208300	188225	154737	161726	156506	155703	170157
9	194346	163430	163430	159014	137734	137734	142552	...	...	168724	140143	135400	132113	126492	126091	140545
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
105	352525	317996	313981	315587	292300	292300	297118	267808	...	69794	49972	75668	149366	131700	134109	138124
106	352037	317508	313493	315099	291812	291812	296630	267320	...	69306	49484	75180	148878	131212	133621	137636
107	281546	247017	243403	242600	221321	221321	226139	197231	...	92841	75665	56795	94045	66832	60810	59204
108	297118	262589	258574	258172	237294	237294	241711	212401	...	77899	53987	49169	94286	78791	71162	68753
109	215051	210709	206694	197786	185013	185013	159644	160521	...	146469	117977	110661	65053	68592	63373	62971
110	280428	245899	241884	241482	220604	220604	225021	195711	...	103054	107069	89001	54472	21638	26456	32479
111	288859	254330	250315	249914	229036	229036	233452	204143	...	96630	108675	91009	63305	33282	33282	37297
112	275610	241081	237066	236664	215786	215786	220203	190893	...	98236	102251	84183	53669	26456	21638	25252
113	269022	234493	230478	229675	208797	208797	213615	184306	...	148334	144319	115738	25891	55275	54071	56881



## Lampiran F

### Lampiran F. 1 Formulasi Lingo Untuk Bulan Januari-April 2016

```
sets:
Pabrik/1..136/:Kapasitasmaks,kapasitasmin;
Gp/1..113/:kapasitasgp,Ivawal;
Kota/1..78/;
bulan/AWAL JAN FEB MAR APRIL MEI/;
Links1(Pabrik,Gp):Cost1;
 kirim1(pabrik,gp,bulan):Y;
Links2(Gp,Kota):Cost2;
 kirim2(gp,kota,bulan):X;
Links3(Gp,bulan):inventory;
 kotabulan(kota,bulan):demand;
endsets

data:
kapasitasmaks=@ole('C:\Users\asus\Documents\TUGAS AKHIR NEW\TUGAS
AKHIR\Olahah\Coding Inventory\Inventory Jalan.xlsx','cappmaks');
kapasitasmin=@ole('C:\Users\asus\Documents\TUGAS AKHIR NEW\TUGAS
AKHIR\Olahah\Coding Inventory\Inventory Jalan.xlsx','cappmin');
kapasitasgp=@ole('C:\Users\asus\Documents\TUGAS AKHIR NEW\TUGAS
AKHIR\Olahah\Coding Inventory\Inventory Jalan.xlsx','kapgp5x');
cost1=@ole('C:\Users\asus\Documents\TUGAS AKHIR NEW\TUGAS
AKHIR\Olahah\Coding Inventory\Inventory Jalan.xlsx','biayapgp');
cost2=@ole('C:\Users\asus\Documents\TUGAS AKHIR NEW\TUGAS
AKHIR\Olahah\Coding Inventory\Inventory Jalan.xlsx','biayagpk');
demand=@ole('C:\Users\asus\Documents\TUGAS AKHIR NEW\TUGAS
AKHIR\Olahah\Coding Inventory\Inventory Jalan.xlsx','demandmeil');
Ivawal=@ole('C:\Users\asus\Documents\TUGAS AKHIR NEW\TUGAS
AKHIR\Olahah\Coding Inventory\Inventory
Jalan.xlsx','inventoryawal1');
@ole('C:\Users\asus\Documents\TUGAS AKHIR NEW\TUGAS
AKHIR\Olahah\Coding Inventory\Inventory
Jalan.xlsx','outputpgpjanapr')=Y;
@ole('C:\Users\asus\Documents\TUGAS AKHIR NEW\TUGAS
AKHIR\Olahah\Coding Inventory\Inventory
Jalan.xlsx','outputgpkjanapr')=X;
@ole('C:\Users\asus\Documents\TUGAS AKHIR NEW\TUGAS
AKHIR\Olahah\Coding Inventory\Inventory
Jalan.xlsx','inventoryjanapr')=inventory;
HC=22600;
totalkapasitasgp=144282;
enddata

min=@sum(kirim1(i,j,t)|t#NE#1 #AND#
t#NE#6:cost1(i,j)*Y(i,j,t))+@sum(kirim2(j,k,t)|t#NE#1 #AND#
t#NE#6:cost2(j,k)*X(j,k,t))+@sum(links3(j,t)|t#NE#1 #AND#
t#NE#6:inventory(j,t))*HC;

!konstrain kapasitas pabrik;
@for(pabrik(i):@for(bulan(t)|t#NE#1 #AND# t#NE#6:
@sum(Gp(j):Y(i,j,t))<=kapasitasmaks(i)));
@for(pabrik(i):@for(bulan(t)|t#NE#1 #AND# t#NE#6:
@sum(gp(j):Y(i,j,t))>=kapasitasmin(i)));
!konstrain pemenuhan demand;
```

```

@for(kota(k):@for(bulan(t)|t#NE#1 #AND# t#NE#6:
@sum(gp(j):X(j,k,t))=demand(k,t));
!konstrain kapasitas gp;
@for(Gp(j):@for(bulan(t)|t#NE#1 #AND# t#NE#6:
@sum(pabrik(i):Y(i,j,t))+(inventory(j,t-1))<=kapasitasgp(j));
!konstrain inventory;
@for(gp(j):@for(bulan(t)|t#NE#1 #AND# t#NE#6:
(inventory(j,t-
1))+@sum(pabrik(i):Y(i,j,t))=@sum(kota(k):X(j,k,t))+(inventory(j,t
))));
!konstrain ;
@for(gp(j):@for(bulan(t)|t#EQ#1:
inventory(j,t)=Iawal(j));
!@for(gp(j):@for(bulan(t)|t#EQ#4:;
@for(gp(j):@for(bulan(t)|T#NE#1 #AND# t#NE#6:
inventory(j,t)>=((@sum(kota(k):demand(k,t+1))*0.25)/totalkapasitas
gp)*kapasitasgp(j));
!integer;
@for(kirim1(i,j,t):@gin(Y(i,j,t)));
@for(kirim2(j,k,t):@gin(X(j,k,t)));
@for(links3(j,t):@gin(inventory(j,t)));

```

## Lampiran F. 2 Formulasi LINGO Untuk Bulan Mei-Agustus 2016

```

sets:
Pabrik/1..136/:Kapasitasmaks,kapasitasmin;
Gp/1..113/:kapasitasgp,Iawal;
Kota/1..78/;
bulan/APRIL MEI JUNI JULI AGUSTUS SEPTEMBER/;
Links1(Pabrik,Gp):Cost1;
kirim1(pabrik,gp,bulan):Y;
Links2(Gp,Kota):Cost2;
kirim2(gp,kota,bulan):X;
Links3(Gp,bulan):inventory;
kotabulan(kota,bulan):demand;
endsets

data:
kapasitasmaks=@ole('C:\Users\asus\Documents\TUGAS AKHIR NEW\TUGAS
AKHIR\Olahah\Coding Inventory\Inventory Jalan.xlsx','cappmaks');
kapasitasmin=@ole('C:\Users\asus\Documents\TUGAS AKHIR NEW\TUGAS
AKHIR\Olahah\Coding Inventory\Inventory Jalan.xlsx','cappmin');
kapasitasgp=@ole('C:\Users\asus\Documents\TUGAS AKHIR NEW\TUGAS
AKHIR\Olahah\Coding Inventory\Inventory Jalan.xlsx','kapgp5x');
cost1=@ole('C:\Users\asus\Documents\TUGAS AKHIR NEW\TUGAS
AKHIR\Olahah\Coding Inventory\Inventory Jalan.xlsx','biayagpp');
cost2=@ole('C:\Users\asus\Documents\TUGAS AKHIR NEW\TUGAS
AKHIR\Olahah\Coding Inventory\Inventory Jalan.xlsx','biayagpk');
demand=@ole('C:\Users\asus\Documents\TUGAS AKHIR NEW\TUGAS
AKHIR\Olahah\Coding Inventory\Inventory
Jalan.xlsx','demandaprilseptember1');
Iawal=@ole('C:\Users\asus\Documents\TUGAS AKHIR NEW\TUGAS
AKHIR\Olahah\Coding Inventory\Inventory
Jalan.xlsx','iawalpart2new');

```

```

@ole('C:\Users\asus\Documents\TUGAS AKHIR NEW\TUGAS
AKHIR\Olahah\Coding Inventory\Inventory
Jalan.xlsx','outputgpkmeiagus')=Y;
@ole('C:\Users\asus\Documents\TUGAS AKHIR NEW\TUGAS
AKHIR\Olahah\Coding Inventory\Inventory
Jalan.xlsx','outputgpkmeiagus')=X;
@ole('C:\Users\asus\Documents\TUGAS AKHIR NEW\TUGAS
AKHIR\Olahah\Coding Inventory\Inventory
Jalan.xlsx','inventorymeiagus')=inventory;
HC=22600;
totalkapasitasgp=144282;
enddata

min=@sum(kirim1(i,j,t)|t#NE#1 #AND#
t#NE#6:cost1(i,j)*Y(i,j,t))+@sum(kirim2(j,k,t)|t#NE#1 #AND#
t#NE#6:cost2(j,k)*X(j,k,t))+@sum(links3(j,t)|t#NE#1 #AND#
t#NE#6:inventory(j,t))*HC;

!konstrain kapasitas pabrik;
@for(pabrik(i):@for(bulan(t)|t#NE#1 #AND# t#NE#6:
@sum(Gp(j):Y(i,j,t))<=kapasitasmaks(i)));
@for(pabrik(i):@for(bulan(t)|t#NE#1 #AND# t#NE#6:
@sum(gp(j):Y(i,j,t))>=kapasitasmin(i)));
!konstrain pemenuhan demand;
@for(kota(k):@for(bulan(t)|t#NE#1 #AND# t#NE#6:
@sum(gp(j):X(j,k,t))=demand(k,t)));
!konstrain kapasitas gp;
@for(Gp(j):@for(bulan(t)|t#NE#1 #AND# t#NE#6:
@sum(pabrik(i):Y(i,j,t))+(inventory(j,t-1))<=kapasitasgp(j)));
!konstrain inventory;
@for(gp(j):@for(bulan(t)|t#NE#1 #AND# t#NE#6:
(inventory(j,t-
1))+@sum(pabrik(i):Y(i,j,t))=@sum(kota(k):X(j,k,t))+(inventory(j,t
))));
!konstrain ;
@for(gp(j):@for(bulan(t)|t#EQ#1:
inventory(j,t)=Iawal(j)));
@for(gp(j):@for(bulan(t)|t#NE#1 #AND# t#NE#6:
inventory(j,t)>=(@sum(kota(k):demand(k,t+1))*0.25)/totalkapasitasg
p*kapasitasgp(j)));
!integer;
@for(kirim1(i,j,t):@gin(Y(i,j,t)));
@for(kirim2(j,k,t):@gin(X(j,k,t)));
@for(links3(j,t):@gin(inventory(j,t)));

```

### Lampiran F. 3 Formulasi LINGO Untuk Bulan September-Desember 2016

```

sets:
Pabrik/1..136/:Kapasitasmaks,kapasitasmin;
Gp/1..113/:kapasitasgp,Iawal;
Kota/1..78/;
bulan/AGUST SEPT OKT NOV DES JAN2014/;
Links1(Pabrik,Gp):Cost1;
kirim1(pabrik,gp,bulan):Y;
Links2(Gp,Kota):Cost2;
kirim2(gp,kota,bulan):X;

```

```

Links3(Gp,bulan):inventory;
kotabulan(kota,bulan):demand;
endsets

data:
kapasitasmaks=@ole('C:\Users\asus\Documents\TUGAS AKHIR NEW\TUGAS
AKHIR\Olahah\Coding Inventory\Inventory Jalan.xlsx','cappmaks');
kapasitasmin=@ole('C:\Users\asus\Documents\TUGAS AKHIR NEW\TUGAS
AKHIR\Olahah\Coding Inventory\Inventory Jalan.xlsx','cappmin');
kapasitasgp=@ole('C:\Users\asus\Documents\TUGAS AKHIR NEW\TUGAS
AKHIR\Olahah\Coding Inventory\Inventory Jalan.xlsx','kapgp5x');
cost1=@ole('C:\Users\asus\Documents\TUGAS AKHIR NEW\TUGAS
AKHIR\Olahah\Coding Inventory\Inventory Jalan.xlsx','biayagpp');
cost2=@ole('C:\Users\asus\Documents\TUGAS AKHIR NEW\TUGAS
AKHIR\Olahah\Coding Inventory\Inventory Jalan.xlsx','biayagpk');
demand=@ole('C:\Users\asus\Documents\TUGAS AKHIR NEW\TUGAS
AKHIR\Olahah\Coding Inventory\Inventory
Jalan.xlsx','demandagustusjanuari2017');
Ivawal=@ole('C:\Users\asus\Documents\TUGAS AKHIR NEW\TUGAS
AKHIR\Olahah\Coding Inventory\Inventory
Jalan.xlsx','ivawalseptdes');
@ole('C:\Users\asus\Documents\TUGAS AKHIR NEW\TUGAS
AKHIR\Olahah\Coding Inventory\Inventory
Jalan.xlsx','outputpgpseptdes')=Y;
@ole('C:\Users\asus\Documents\TUGAS AKHIR NEW\TUGAS
AKHIR\Olahah\Coding Inventory\Inventory
Jalan.xlsx','outputgpkseptdes')=X;
@ole('C:\Users\asus\Documents\TUGAS AKHIR NEW\TUGAS
AKHIR\Olahah\Coding Inventory\Inventory
Jalan.xlsx','inventoryseptdesember')=inventory;
HC=22600;
totalkapasitasgp=144282;
enddata

min=@sum(kirim1(i,j,t)|t#NE#1 #AND#
t#NE#6:cost1(i,j)*Y(i,j,t))+@sum(kirim2(j,k,t)|t#NE#1 #AND#
t#NE#6:cost2(j,k)*X(j,k,t))+@sum(links3(j,t)|t#NE#1 #AND#
t#NE#6:inventory(j,t))*HC;

!konstrain kapasitas pabrik;
@for(pabrik(i):@for(bulan(t)|t#NE#1 #AND# t#NE#6:
@sum(Gp(j):Y(i,j,t))<=kapasitasmaks(i));
@for(pabrik(i):@for(bulan(t)|t#NE#1 #AND# t#NE#6:
@sum(gp(j):Y(i,j,t))>=kapasitasmin(i));
!konstrain pemenuhan demand;
@for(kota(k):@for(bulan(t)|t#NE#1 #AND# t#NE#6:
@sum(gp(j):X(j,k,t))=demand(k,t));
!konstrain kapasitas gp;
@for(Gp(j):@for(bulan(t)|t#NE#1 #AND# t#NE#6:
@sum(pabrik(i):Y(i,j,t))+(inventory(j,t-1))<=kapasitasgp(j));
!konstrain inventory;
@for(gp(j):@for(bulan(t)|t#NE#1 #AND# t#NE#6:
(inventory(j,t-
1))+@sum(pabrik(i):Y(i,j,t))=@sum(kota(k):X(j,k,t))+(inventory(j,t
))));
!konstrain ;
@for(gp(j):@for(bulan(t)|t#EQ#1:
inventory(j,t)=Ivawal(j));

```

```

@for(gp(j):@for(bulan(t)|t#NE#1 #AND# t#NE#6:
inventory(j,t)>= (@sum(kota(k):demand(k,t+1))*0.25)/totalkapasitasg
p*kapasitasgp(j));
!integer;
@for(kirim1(i,j,t):@gin(Y(i,j,t)));
@for(kirim2(j,k,t):@gin(X(j,k,t)));
@for(links3(j,t):@gin(inventory(j,t)));

```

## Lampiran G

### Lampiran G. 1 Formulasi Untuk Verifikasi Dan Validasi

sets:

```
Pabrik/1..5/:Kapasitasmaks,kapasitasmin;  
Gp/1..7/:kapasitasgp,Ivawal;  
Kota/1..3/;  
bulan/AWAL JAN FEB MAR APRIL MEI/;  
Links1(Pabrik,Gp):Cost1;  
Kirim1(Pabrik,Gp,Bulan):Y;  
Links2(gp,kota):cost2;  
kirim2(gp,kota,bulan):X;  
links3(gp,bulan):inventory;  
kotabulan(kota,bulan):demand;  
endsets
```

data:

```
kapasitasmaks=@ole('C:\Users\asus\Documents\TUGAS AKHIR NEW\TUGAS  
AKHIR\Olahah\Skala Kecil.xlsx','kappmax');  
kapasitasmin=@ole('C:\Users\asus\Documents\TUGAS AKHIR NEW\TUGAS  
AKHIR\Olahah\Skala Kecil.xlsx','kappmin');  
kapasitasgp=@ole('C:\Users\asus\Documents\TUGAS AKHIR NEW\TUGAS  
AKHIR\Olahah\Skala Kecil.xlsx','kapgp');  
cost1=@ole('C:\Users\asus\Documents\TUGAS AKHIR NEW\TUGAS  
AKHIR\Olahah\Skala Kecil.xlsx','costpgptrial');  
cost2=@ole('C:\Users\asus\Documents\TUGAS AKHIR NEW\TUGAS  
AKHIR\Olahah\Skala Kecil.xlsx','costgpktrial');  
demand=@ole('C:\Users\asus\Documents\TUGAS AKHIR NEW\TUGAS  
AKHIR\Olahah\Skala Kecil.xlsx','demand');  
Ivawal=@ole('C:\Users\asus\Documents\TUGAS AKHIR NEW\TUGAS  
AKHIR\Olahah\Skala Kecil.xlsx','ivawalnew');  
@ole('C:\Users\asus\Documents\TUGAS AKHIR NEW\TUGAS  
AKHIR\Olahah\Skala Kecil.xlsx','outputpgpt')=Y;  
@ole('C:\Users\asus\Documents\TUGAS AKHIR NEW\TUGAS  
AKHIR\Olahah\Skala Kecil.xlsx','outputgpkt')=X;  
@ole('C:\Users\asus\Documents\TUGAS AKHIR NEW\TUGAS  
AKHIR\Olahah\Skala Kecil.xlsx','inventory')=inventory;  
HC=22600;  
totalkapasitasgp=4781;  
enddata
```

```
min=@sum(kirim1(i,j,t)|t#NE#1 #AND#  
t#NE#6:cost1(i,j)*Y(i,j,t))+@sum(kirim2(j,k,t)|t#NE#1 #AND#  
t#NE#6:cost2(j,k)*X(j,k,t))+@sum(links3(j,t)|t#NE#1 #AND#  
t#NE#6:inventory(j,t))*HC;
```

```
!konstrain kapasitas produksi pabrik;  
@for(pabrik(i):@for(bulan(t)|t#NE#1 #AND# t#NE#6:  
@sum(Gp(j):Y(i,j,t))<=kapasitasmaks(i));  
@for(pabrik(i):@for(bulan(t)|t#NE#1 #AND# t#NE#6:  
@sum(gp(j):Y(i,j,t))>=kapasitasmin(i));  
!konstrain pemenuhan demand;  
@for(kota(k):@for(bulan(t)|t#NE#1 #AND# t#NE#6:  
@sum(gp(j):X(j,k,t))=demand(k,t));  
!konstrain kapasitas gp;  
@for(Gp(j):@for(bulan(t)|t#NE#1 #AND# t#NE#6:
```

```

@sum(pabrik(i):Y(i,j,t))+(inventory(j,t-1))<=kapasitasgp(j));
!konstrain inventory;
@for(gp(j):@for(bulan(t)|t#NE#1 #AND# t#NE#6:
(inventory(j,t-
1))+@sum(pabrik(i):Y(i,j,t))=@sum(kota(k):X(j,k,t))+(inventory(j,t
))));
!inventory update;
@for(gp(j):@for(bulan(t)|t#EQ#1:
inventory(j,t)=Ivawal(j)));
@for(gp(j):@for(bulan(t)|t#NE#1 #AND# t#NE#6:
inventory(j,t)>=((@sum(kota(k):demand(k,t+1))*0.25)/totalkapasitas
gp)*kapasitasgp(j));
!integer;
@for(kirim1(i,j,t):@gin(Y(i,j,t)));
@for(kirim2(j,k,t):@gin(X(j,k,t)));
@for(links3(j,t):@gin(inventory(j,t)));

```

## Lampiran H

### Lampiran H. 1 Alokasi Dari Pabrik Ke Gudang Penyangga Bulan Januari

JANUARI				
No	Pabrik	Lokasi	GP	Jumlah
1	PT Garuda Berlian Kencana	Banyuwangi	Banyuwangi DC Ketapang	521
			Banyuwangi Singo Juruh	29
2	CV Panen Raya	Banyuwangi	Banyuwangi DC Ketapang	550
3	PT Manunggal Alam Sentosa	Bondowoso	Banyuwangi Rg Jampi	416
			Bondowoso 1 Tangsil	134
4	PT Argopuro Bumi Santosa	Jember	Jember 1 Rambipuji	636
			Jember 2 Ambulu	114
5	CV Sumber Lancar Makmur	Jember	Banyuwangi DC Ketapang	500
6	PT Wahana Organik Muliajaya	Situbondo	Jember 3 Puger	830
			Situbondo 1 Arjasa	270
7	PT Rekatani Indonesia	Blitar	Blitar 2 Wlingi	600
8	CV Sukmo Giri Endah	Blitar	Blitar 1 Talun	83
9	PT Tani Gemilang	Blitar	Blitar 1 Talun	83
10	CV Damai Indah Lestari	Blitar	Blitar 1 Talun	196
			Blitar 2 Wlingi	36
11	CV Bumi Makmur	Blitar Kota	Blitar 1 Talun	83
12	CV Bumijawa Agro Lestari	Tulungagung	Tulungagung 2 Ngantru	83
13	CV Lestari Mulyo	Tulungagung	Tulungagung 2 Ngantru	553
14	PT Rekatani Dharma Jaya	Tulungagung	Tulungagung 1 Ngunut	508
15	CV Sumber Alam	Bangkalan	Sampang - Torjun	190
16	PT Gresik Cipta Sejahtera	Sumenep	Pamekasan 1 Larangan	240
			Pamekasan Galis	138
17	PT Eka Putra Jaya	Bojonegoro	Bojonegoro 4 Kalitidu	932
18	CV Indo Baru Mandiri	Bojonegoro	Bojonegoro 1 Baureno	1272
19	CV Fimaco	Tuban	Tuban Beji	890
			Tuban Beji	194
20	CV Plumpang Organik Jaya Makmur	Tuban	Tuban 2 Palang	83
21	PT Petrosida Gresik	Gresik	Gresik - KIG Blok Q	550
22	PT Uwaiz Mehmuda Harmonis	Gresik	Gresik Romo Mdrn	236
23	Koperasi (K3PG)	Gresik	Gresik Romo Mdrn	83
24	CV Ladang Indonesia Citra Mandiri	Gresik	Gresik - KIG Blok Q	83
25	PT Metronik Eko Pertiwi	Gresik	Gresik Romo Mdrn	83
26	PT Ladang Hijau	Lamongan	Lamongan 1	1100
27	CV Meta Jaya	Lamongan	Lamongan 3 Pucuk	83



JANUARI				
No	Pabrik	Lokasi	GP	Jumlah
28	PT Subur Sri Sadono	Lamongan	Lamongan 1	172
			Lamongan 3 Pucuk	291
29	CV Mega Organofertiliser	Sidoarjo	Gresik - KIG Blok Q	74
			Bangkalan Socah	9
30	PT Petrokopindo Cipta Selaras	Sidoarjo	Bangkalan Socah	83
31	PT Nito Nur Utama	Sidoarjo	Bangkalan Socah	83
32	UD Bima Sakti	Jombang	Jombang Gt Subroto	415
33	PT Mitra Prasetya Gumilang	Jombang	Kediri 2 Ringin Rejo	425
34	UD Phalosari Unggul Jaya	Jombang	Jombang Gt Subroto	83
35	CV Cahaya Baru	Jombang	Mojokerto 2 Trowulan	250
36	CV Daun Thakker Indonesia	Jombang	Kediri 2 Ringin Rejo	83
37	CV Artha Tani Unggul	Mojokerto	Mojokerto 3 Kemlagi	83
38	PT Agro Karya Abadi	Mojokerto	Mojokerto 2 Trowulan	83
39	PT Bumi Rekayasa Persada	Mojokerto	Mojokerto 3 Kemlagi	83
40	CV Jaya Agro Semanggi	Mojokerto	Mojokerto 1	83
41	CV Fertilindo Agrolestari	Mojokerto	Sidoarjo 2 By Pass	83
42	PT Lintas Jawamas Utama	Mojokerto	Mojokerto 2 Trowulan	70
			Sidoarjo 2 By Pass	13
43	CV Citra Mandiri	Nganjuk	Nganjuk 3 Loceret	83
44	PT Tunas Jaya Raya Abadi	Nganjuk	Nganjuk 3 Loceret	83
45	CV Hutomo Putra	Nganjuk	Madiun 1 Sb Bening	83
46	CV Jayengrono	Nganjuk	Nganjuk 3 Loceret	83
47	PT Beta Aria	Kediri	Nganjuk 3 Loceret	162
48	PT Mandiri Sanjaya Bhakti	Kediri	Nganjuk 3 Loceret	83
49	CV Niti Jaya Makmur	Kediri	Nganjuk 3 Loceret	83
50	PT Surya Bumi Kartika	Kediri	Kediri 3 Gurah	1018
51	PT Tri Tunggal Jaya Negara	Kediri	Kediri 3 Gurah	83
52	PT Kediri Tani Sejahtera	Kediri	Kediri 3 Gurah	470
			Kediri 1 Kayen	680
53	CV Indocentra Santoso Sakti	Kediri	Kediri 1 Kayen	83
54	PT Mitra Makmur Abadi Fertilizer	Trenggalek	Trenggalek	98
55	CV Giri Senawamas Bali	Lumajang	Lumajang 2 Tempeh	83
56	PT UMKM Indonesia	Lumajang	Jember 3 Puger	15
			Probolinggo 2 Wonomerto	68
57	PT Adikersa Martapura Amartya	Lumajang	Lumajang 2 Tempeh	807
			Lumajang 3 Rawokangkung	280

JANUARI				
No	Pabrik	Lokasi	GP	Jumlah
58	CV Alam Karima	Madiun	Madiun 2 Jerukgulung	1400
59	CV Bumi Sari Wangi	Madiun	Madiun 1 Sb Bening	628
			Madiun 2 Jerukgulung	172
60	CV Surya Indah Mulia	Madiun	Ponorogo 1 Cokro M	400
61	PT Mustika Berkah Abadi	Magetan	Ponorogo 1 Cokro M	287
			Ponorogo 2 Balong	263
62	CV Resep	Magetan	Madiun 2 Jerukgulung	126
			Magetan	131
63	PT Subur Wangi Sentosa	Magetan	Magetan	1650
64	CV Berkah Jaya	Ngawi	Ngawi 3 Paron	218
65	CV Ijo	Ngawi	Ngawi 3 Paron	1400
66	PT Bumi Subur Sentosa	Ngawi	Madiun 2 Jerukgulung	83
67	PT Batara Agro	Ponorogo	Ponorogo 2 Balong	550
68	PT Mitra Lahan Harapan	Pacitan	Pacitan - Menadi	445
69	CV Agro Sumber Subur	Malang	Malang 3 Sukun	83
70	CV Dhamma Jaya Abadi	Malang	Malang 2 Bakalan	83
71	PT Dharmakertajaya Panca Sakti	Malang	Malang 3 Sukun	83
72	PT Hikmah Jaya Putra	Malang	Malang 2 Bakalan	83
73	CV Makmur Abadi	Malang	Malang 2 Bakalan	83
74	PT Molindo Raya Industrial	Malang	Malang 3 Sukun	83
75	CV Pancuran Mas	Malang	Malang 3 Sukun	83
76	PT Sumberaya Kendimasindo	Malang	Malang 3 Sukun	83
77	PT Gresik Cipta Sejahtera	Malang	Malang 3 Sukun	83
78	PT Rekatani Indonesia	Malang	Malang 2 Bakalan	850
79	PT Tiara Kurnia	Malang	Malang 2 Bakalan	83
80	PT Angputra Global Organik	Pasuruan	Pasuruan 3 Pelabuhan	83
81	PT Eka Timur Raya	Pasuruan	Jember 3 Puger	267
82	CV Sentraagro Nusantara	Pasuruan	Pasuruan 2 Kejayen	508
			Pasuruan 3 Pelabuhan	126
83	CV Pantras Agrolestari	Pasuruan	Pasuruan 3 Pelabuhan	83
84	CV Maju Bersama Sejahtera	Probolinggo	Probolinggo 2 Wonomerto	83
85	PT Nuansa Cipta Indowarna Mandiri	Probolinggo	Probolinggo 2 Wonomerto	83
86	PT Petrosida Gresik	Probolinggo	Probolinggo 2 Wonomerto	83
87	CV Karya Satria	Banyumas	Banyumas 2 Cilongok	600
88	CV Giarto Mas Sejahtera	Banyumas	Banyumas 3 Wangon	71
			Cilacap 1 Kesugihan	86

JANUARI				
No	Pabrik	Lokasi	GP	Jumlah
89	PT Pupuk Sukabumi	Cilacap	Cilacap 1 Kesugihan	550
90	PT Giri Selomas Sejahtera	Kebumen	Kebumen Purbowangi	425
91	CV Hasta Karya	Kebumen	Kebumen Purbowangi	83
92	CV Mandiri Agro Sejahtera	Purbalingga	Banjarnegara 1	419
			Purbalingga Kalikabong	407
93	CV Ramin Mineral Jaya	Magelang	Magelang Mertoyudan	83
94	CV Sembodo Joyo	Magelang	Magelang Mertoyudan	680
95	PT Griya Usaha Bersama	Purworejo	Purworejo 1 Butuh	83
96	PT Organik Alam Lestari	Purworejo	Purworejo 1 Butuh	298
97	CV Organik Super Agro	Temanggung	Temanggung	559
			Wonosobo	341
98	CV Unggul Perdana Organik	Blora	Blora 4 Ngawen	83
99	CV Rimba Jaya	Blora	Blora 3 Bangle	890
			Blora Rd Blatung	228
			Rembang 1 Gapura	61
100	UD Indah Tani	Jepara	Kudus Purwosari	550
101	UD Faisal Raya	Kudus	Jepara 1 Mayong	536
102	PT Ina Mineral Company	Pati	Pati 1 Margorejo	29
			Purwodadi 2	300
103	UD Indah Tani	Pati	Pati 1 Margorejo	83
104	CV Karya Industri Nusantara	Pati	Purwodadi 1-Grobogan	83
105	UD Sabillillah	Rembang	Rembang 2 Lasem	508
106	UD Ahmad Tani	Brebes	Brebes 1 Wonosari	549
107	CV Putra Tani	Pekalongan	Batang Sambong	83
108	CV Tani Makmur	Pekalongan	Batang Sambong	460
109	PT Anugrah Megah Jaya	Pemalang	Pemalang 2 Taman	480
110	CV Bumi Prima Sejahtera	Tegal	Tegal 3 Kramat	1038
111	CV Andi Jaya Industri	Demak	Pati 4 Sokokulon	674
			Demak 2 Trengguli Wonosalam	526
112	CV Pahala Utama	Demak	Demak 1 Mranak Wonosalam	550
113	CV Tani Jaya Perkasa	Grobogan	Purwodadi 1-Grobogan	342
			Purwodadi 2	208
114	CV Rudy Jaya Perkasa	Kendal	Kendal 2 Wonorejo	722
115	PT Promiba Mutu	Salatiga	Boyolali	290
			Semarang	158
				0
116	PT Iman Tatakerta Raharja	Semarang	Kendal 2 Wonorejo	550

JANUARI				
No	Pabrik	Lokasi	GP	Jumlah
117	PT Central Organic Nusantara	Semarang	Wonogiri 2 Ngambangan	83
118	CV Sinergi Selaras	Boyolali	Boyolali	550
119	PT Citra Pratama Tecnocom	Karanganyar	Wonogiri 2 Ngambangan	83
120	CV Mekar Makmur Lestari	Karanganyar	Karangannya	550
121	PT Selaras Alam Sejahtera	Karanganyar	Sukoharjo 2 Baki	83
122	PT Mega Eltra	Karanganyar	Sragen 2 Sambang Macan	15
			Sukoharjo 2 Baki	308
123	CV Intisari Alam	Klaten	Klaten 1 Ceper	83
124	PT Langgeng Asri Makmur	Klaten	Klaten 1 Ceper	83
125	CV Yossi Jaya	Sragen	Sragen Ngrampal	590
			Sragen 2 Sambang Macan	610
126	CV Agro Santanindo	Sragen	Purwodadi 1-Grobogan	83
127	PT Tri Wikas	Sukoharjo	Wonogiri 2 Ngambangan	374
			Klaten 1 Ceper	64
128	PT Putra Jaya Raharja	Wonogiri	Wonogiri 2 Ngambangan	550
129	CV Sejahtera Abadi	Sukoharjo	Klaten 2 Delanggu	83
130	CV Alam Lestari Bawuran	Bantul	Bantul - Sewon	339
			Yogyakarta Pramuka	161
131	Koperasi Tani Sido Makmur	Bantul	Yogyakarta Pramuka	83
132	PT Merpati Madani Raya	Gunung Kidul	Gunung Kidul	83
133	CV Karya Putra Persada	Kulonprogo	Wates	464
134	CV Surya Mekarsari	Kulonprogo	Wates	83
135	UD Cokro Joyo	Sleman	Yogyakarta Pramuka	436
136	CV Mulia Organik	Sleman	Yogyakarta Pramuka	83

## Lampiran I

### Lampiran H. 1 Alokasi Dari Gudang Penyanga Untuk Kota

JANUARI			
No	GP	Kota	Jumlah
1	Bangkalan Socah	Bangkalan	184
2	Banyuwangi Rg Jampi	Banyuwangi	442
3	Banyuwangi 5 Kalipuro	-	-
4	Banyuwangi 3 Kalipuro	-	-
5	Banyuwangi DC Ketapang	Banyuwangi	1756
6	Banyuwangi DC Singojurh	-	-
7	Blitar 1 Talun	Blitar	454
8	Blitar 2 Wingi	Blitar	649
9	Bojonegoro 1 Baureno	Bojonegoro	1298
10	Bojonegoro 2 SB Rejo	Bojonegoro	26
11	Bojonegoro 3 Padangan	Bojonegoro	5
12	Bojonegoro 4 Kalitidu	Bojonegoro	963
13	Bojonegoro 5 Temayang	Bojonegoro	11
14	Bondowoso 1 Tangsil	Bondowoso	148
15	Gresik - KIG Blok Q	Gresik	834
16	Gresik - KIG Blok I	Gresik	127
17	Gresik Romo Mdrn	Gresik	505
18	Gresik Tri Darma	Gresik	26
19	Jember 1 Rambipuji	Jember	649
20	Jember 2 Ambulu	Jember	135
21	Jember 3 Puger	Jember	808
22	Jombang Gt Subroto	Jombang	524
23	Jombang Peterongan	Jombang	13
24	Kediri 1 Kayen	Kediri	698
24	Kediri 1 Kayen	Kota Kediri	80
25	Kediri 2 Ringin Rejo	Kota Blitar	50
	Kediri 2 Ringin Rejo	Kediri	469
26	Kediri 3 Gurah	Blitar	132
	Kediri 3 Gurah	Kediri	1231
27	Lamongan 1	Lamongan	1298
28	Lamongan 3 Pucuk	Lamongan	389
29	Lumajang 2 Tempeh	Lumajang	908
30	Lumajang 3 Rawokangkung	Lumajang	316
31	Madiun 1 Sb Bening	Ponorogo	745
32	Madiun 2 Jerukgulung	Ponorogo	690
	Madiun 2 Jerukgulung	Madiun	1127
33	Magetan	Magetan	1817

JANUARI			
No	GP	Kota	Jumlah
34	Malang 1 Buring	Kota Batu	11
35	Malang 3 Sukun	Malang	505
	Malang 3 Sukun	Kota Malang	26
36	Malang 5 Bakalan	Malang	1057
	Malang 5 Bakalan	Kota Batu	163
37	Mojokerto 1	Mojokerto	96
38	Mojokerto 2 Trowulan	Mojokerto	446
	Mojokerto 2 Trowulan	Kota Mojokerto	25
39	Mojokerto 3 Kemlagi	Mojokerto	179
40	Nganjuk 2 Loceret	Nganjuk	530
41	Nganjuk 3 Loceret	Nganjuk	113
42	Ngawi 1 Geneng	Ngawi	34
43	Ngawi 2 Karangjati	Ngawi	38
	Ngawi 2 Karangjati	Magetan	18
44	Ngawi 3 Paron	Ngawi	1670
45	Pacitan - Medati	Pacitan	454
46	Pamekasan 1 Larangan	Pamekasan	261
47	Pamekasan Galis	Pamekasan	140
48	Pasuruan 2 Kejayaan	Pasuruan	519
49	Pasuruan 3 Pelabuhan	Pasuruan	293
	Pasuruan 3 Pelabuhan	Kota Pasuruan	16
50	Ponorogo 1 Cokro M	Pacitan	311
	Ponorogo 1 Cokro M	Ponorogo	390
51	Ponorogo 2 Balong	Ponorogo	908
52	Probolinggo 1 Paiton	Kota Probolinggo	12
53	Probolinggo 2 Wonomerto	Probolinggo	317
	Probolinggo 2 Wonomerto	Kota Probolinggo	13
54	Sidoarjo 2 By Pass	Sidoarjo	122
55	Sampang - Torjun	Sampang	195
56	Situbondo 1 Arjasa	Situbondo	74
57	Sumenep-Saronggi	Sumenep	106
58	Trenggalek	Trenggalek	244
59	Tuban 1 Jenu	Tuban	12
60	Tuban 2 Palang	Tuban	109
61	Tuban 3 Beji	Tuban	908
62	Tuban 4 Beji	Tuban	220
63	Tulungagung 1 Ngunut	Tulungagung	519
64	Tulungagung 2 Ngantru	Blitar	278
	Tulungagung 2 Ngantru	Tulungagung	127
	Tulungagung 2 Ngantru	Trenggalek	244
65	Banjarnegara 1	Banjarnegara	428

JANUARI			
No	GP	Kota	Jumlah
66	Pekalongan S Parman	Kota Pekalongan	11
67	Banyumas 2 Cilongok	Banjarnegara	13
	Banyumas 2 Cilongok	Kebumen	9
	Banyumas 2 Cilongok	Banyumas	418
	Banyumas 2 Cilongok	Cilacap	178
68	Banyumas 3 Wangon	Kebumen	86
69	Batang Sambong	Kota Pekalongan	7
	Batang Sambong	Pekalongan	244
	Batang Sambong	Batang	307
70	Blora 1 Cepu	Blora	26
71	Blora 3 Bangle	Blora	908
72	Blora 4 Ngawen	Blora	114
73	Blora Rd Blatung	Blora	236
74	Boyolali	Boyolali	394
	Boyolali	Magelang	383
	Boyolali	Kota Salatiga	1
75	Semarang	Semarang	181
	Semarang	Kota Semarang	28
76	Brebes 1 Wonosari	Brebes	572
77	Brebes 2 Larangan	Brebes	11
78	Cilacap 1 Kesugihan	Cilacap	649
79	Demak 1 Mranak Wonosalam	Grobogan	138
	Demak 1 Mranak Wonosalam	Demak	461
80	Demak 2 Trengguli Wonosalam	Demak	539
81	Demak 3 Gajah	Grobogan	19
82	Jepara 1 Mayong	Jepara	567
83	Karangannya	Wonogiri	56
	Karangannya	Karanganyar	520
84	Kebumen Purbowangi	Kebumen	519
85	Kendal 2 Wonorejo	Temanggung	944
	Kendal 2 Wonorejo	Kendal	354
86	Klaten 1 Ceper	Klaten	243
87	Klaten 2 Delanggu	Klaten	135
88	Kudus Purwosari	Grobogan	223
	Kudus Purwosari	Kudus	355
89	Magelang Mertoyudan	Magelang	778
90	Pati 1 Margorejo	Pati	123
91	Pati 2 Gajah Mati	Pati	15
92	Pati 4 Sokokulon	Pati	689
93	Pemalang 1 HC Aminoto	Pemalang	11

JANUARI			
No	GP	Kota	Jumlah
94	Pemalang 2 Taman	Pemalang	493
95	Purbalingga Kalikabong	Purbalingga	418
96	Purwadadi 1-Grobogan	Grobogan	519
97	Purwodadi 2	Grobogan	519
98	Purworejo 1 Butuh	Purworejo	389
99	Rembang 1 Gapura	Rembang	72
100	Rembang 2 Lasem	Rembang	519
101	Sragen Ngrampal	Sragen	608
102	Sragen 2 Sambang Macan	Sragen	637
103	Sukoharjo 1 Veteran	Sukoharjo	11
104	Sukoharjo 2 Baki	Kota Surakarta	4
	Sukoharjo 2 Baki	Sukoharjo	415
	Sukoharjo 2 Baki	Kota Salatiga	13
105	Tegal 1 Pelabuhan	Tegal	11
106	Tegal 3 Kramat	Tegal	1056
	Tegal 3 Kramat	Kota Tegal	14
107	Temanggung	Temanggung	571
	Wonosobo	Temanggung	29
	Wonosobo	Wonosobo	323
109	Wonogiri 2 Ngambangan	Wonogiri	1118
110	Bantul - Sewon	Bantul	378
111	Wates	Purworejo	273
	Wates	Kulonprogo	289
112	Yogyakarta Pramuka	Kota Magelang	4
	Yogyakarta Pramuka	Magelang	415
	Yogyakarta Pramuka	Kota Yogyakarta	4
	Yogyakarta Pramuka	Sleman	355
113	Gunung Kidul	Gunungkidul	39
	Gunung Kidul	Pacitan	59



## Lampiran J

### Lampiran J. 1 *Ending Inventory* Tiap Bulan Pada Tahun 2016

No	Gudang Penyangga	Inventory (Ton)											
		Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	Bangkalan Socah	35	57	55	49	42	26	44	24	51	55	50	48
2	Banyuwangi Rg Jampi	102	167	160	144	123	74	129	69	148	160	147	141
3	Banyuwangi 5 Kalipuro	110	143	137	123	105	64	111	59	134	137	126	121
4	Banyuwangi 3 Kalipuro	69	90	87	78	67	40	70	38	80	87	79	76
5	Banyuwangi DC Ketapang	647	617	592	531	453	273	476	254	875	591	541	521
6	Banyuwangi DC Singojurh	96	125	120	108	92	56	97	52	111	120	110	106
7	Blitar 1 Talun	36	59	56	51	43	26	46	25	52	56	52	50
8	Blitar 2 Wingi	51	84	80	72	62	37	65	35	74	80	74	71
9	Bojonegoro 1 Baureno	102	167	160	144	123	74	129	69	148	160	147	141
10	Bojonegoro 2 SB Rejo	102	167	160	144	123	74	129	69	148	160	147	141
11	Bojonegoro 3 Padangan	21	34	32	29	25	15	26	14	30	32	30	29
12	Bojonegoro 4 Kalitidu	123	200	192	173	147	89	155	83	178	192	176	169
13	Bojonegoro 5 Temayang	41	67	64	58	49	30	52	28	60	64	59	57
14	Bondowoso 1 Tangsil	57	92	88	79	68	41	71	38	220	88	81	78
15	Gresik - KIG Blok Q	497	813	781	700	598	360	628	335	721	780	714	687
16	Gresik - KIG Blok I	497	813	781	700	598	360	628	335	721	780	714	687
17	Gresik Romo Mdrn	408	667	640	574	490	295	515	275	591	639	585	563
18	Gresik Tri Darma	102	167	160	144	123	74	129	69	148	160	147	141

No	Gudang Penyangga	Inventory (Ton)											
		Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
19	Jember 1 Rambipuji	51	84	80	72	62	37	65	35	74	80	74	71
20	Jemberl 2 Ambulu	82	134	237	115	98	59	103	55	119	128	117	113
21	Jember 3 Puger	102	167	160	144	123	74	129	69	148	160	147	141
22	Jombang Gt Subroto	102	167	160	144	123	74	129	69	148	160	147	141
23	Jombang Peterongan	51	84	80	72	62	37	65	35	74	80	74	71
24	Kediri 1 Kayen	62	100	96	87	74	45	78	42	89	96	88	85
25	Kediri 2 Ringin Rejo	41	67	64	58	49	30	52	28	60	64	59	57
26	Kediri 3 Gurah	141	230	221	198	169	102	178	95	204	221	202	195
27	Lamongan 1	102	167	160	144	123	74	129	69	148	160	147	141
28	Lamongan 3 Pucuk	62	100	96	87	74	45	78	42	89	96	88	85
29	Lumajang 2 Tempeh	72	117	112	101	86	52	91	49	104	112	103	99
30	Lumajang 3 Rawokangkung	143	234	224	201	172	104	181	97	207	224	205	197
31	Madiun 1 Sb Bening	102	167	160	144	123	74	129	69	148	160	147	141
32	Madiun 2 Jerukgulung	143	234	224	201	172	104	181	97	207	224	205	197
33	Magetan	143	234	224	201	172	104	181	97	207	224	205	197
34	Malang 1 Buring	41	67	64	58	49	30	52	28	60	64	59	57
35	Malang 3 Sukun	130	212	204	183	156	94	164	88	188	203	186	179
36	Malang 5 Bakalan	149	244	234	210	179	108	188	101	216	234	214	206
37	Mojokerto 1	51	84	80	72	62	37	65	35	74	80	74	71
38	Mojokerto 2 Trowulan	265	434	416	373	319	192	335	179	385	416	381	366
39	Mojokerto 3 Kemlagi	49	80	77	69	59	36	62	33	71	77	71	68
40	Nganjuk 2 Loceret	143	234	224	201	172	104	181	97	207	224	205	197
41	Nganjuk 3 Loceret	120	195	188	168	144	87	151	81	173	187	172	165

No	Gudang Penyangga	Inventory (Ton)											
		Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
42	Ngawi 1 Geneng	138	225	216	194	165	100	174	93	199	215	197	190
43	Ngawi 2 Karangjati	219	359	344	309	264	159	277	148	318	344	315	303
44	Ngawi 3 Paron	204	334	320	287	245	148	258	138	296	320	293	282
45	Pacitan - Medati	36	59	56	51	43	26	46	25	52	56	52	50
46	Pamekasan 1 Larangan	82	134	134	115	98	98	103	94	119	128	117	113
47	Pamekasan Galis	12	19	116	16	14	14	14	8	17	18	16	16
48	Pasuruan 2 Kejayaan	41	67	64	58	49	30	52	28	60	64	59	57
49	Pasuruan 3 Pelabuhan	67	109	104	94	80	48	84	45	97	104	96	92
50	Ponorogo 1 Cokro M	55	90	87	78	67	40	70	38	80	87	79	76
51	Ponorogo 2 Balong	72	117	112	101	86	52	91	49	104	112	103	99
52	Probolinggo 1 Paiton	47	77	74	66	57	34	60	32	68	74	68	65
53	Probolinggo 2 Wonomerto	51	84	80	72	62	37	65	35	74	80	74	71
54	Sidoarjo 2 By Pass	102	167	160	144	123	74	129	69	148	160	147	141
55	Sampang - Torjun	21	34	32	29	25	15	26	14	30	32	30	29
56	Situbondo 1 Arjasa	337	184	176	158	135	82	142	76	163	176	161	155
57	Sumenep - Saronggi	31	50	216	44	37	23	39	21	45	128	44	43
58	Trenggalek	31	50	48	44	37	23	39	21	45	48	44	43
59	Tuban 1 Jenu	45	74	71	64	54	33	57	31	66	71	65	62
60	Tuban 2 Palang	102	167	160	144	123	74	129	69	148	160	147	141
61	Tuban 3 Beji	72	117	112	101	86	52	91	49	104	112	103	99
62	Tuban 4 Beji	102	167	160	144	123	74	129	69	148	160	147	141
63	Tulungagung 1 Ngunut	41	67	64	58	49	30	52	28	60	64	59	57
64	Tulungagung 2 Ngantru	51	84	80	72	62	37	65	35	74	80	74	71

No	Gudang Penyangga	Inventory (Ton)											
		Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
65	Banjarnegara 1	34	55	53	48	41	25	43	23	49	53	49	47
66	Pekalongan S Parman	41	67	64	58	49	30	52	28	60	64	59	57
67	Banyumas 2 Cilongok	72	117	112	101	86	52	91	49	104	112	103	99
68	Banyumas 3 Wangon	62	100	96	87	74	45	78	42	89	96	88	85
69	Batang Sambong	62	100	96	87	74	45	78	42	89	96	88	85
70	Blora 1 Cepu	102	167	160	144	123	74	129	69	148	160	147	141
71	Blora 3 Bangle	72	117	112	101	86	52	91	49	104	112	103	99
72	Blora 4 Ngawen	123	200	192	173	147	89	155	83	178	192	176	169
73	Blora Rd Blatung	35	56	54	49	42	25	44	24	50	54	50	48
74	Boyolali	62	100	96	87	74	45	78	42	89	96	88	85
75	Semarang	200	327	314	282	240	145	253	135	290	313	287	276
76	Brebes 1 Wonosari	92	150	144	130	111	67	116	62	133	144	132	127
77	Brebes 2 Larangan	41	67	64	58	49	30	52	28	60	64	59	57
78	Cilacap 1 Kesugihan	51	84	80	72	62	37	65	35	74	80	74	71
79	Demak 1 Mranak Wonosalam	194	317	304	273	233	141	245	131	281	304	278	268
80	Demak 2 Trengguli Wonosalam	51	84	80	72	62	37	65	35	74	80	74	71
81	Demak 3 Gajah	75	123	118	106	91	55	95	51	109	118	108	104
82	Jepara 1 Mayong	123	200	192	173	147	89	155	83	178	192	176	169
83	Karangannya	102	167	160	144	123	74	129	69	148	160	147	141
84	Kebumen Purbowangi	41	67	64	58	49	30	52	28	60	64	59	57
85	Kendal 2 Wonorejo	102	167	160	144	123	74	129	69	148	160	147	141
86	Klatan 1 Ceper	51	84	80	72	62	37	65	35	74	80	74	71
87	Klaten 2 Delanggu	204	334	320	287	245	148	258	138	296	320	293	282

No	Gudang Penyangga	Inventory (Ton)											
		Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
88	Kudus Purwosari	113	184	176	158	135	82	142	76	163	176	161	155
89	Magelang Mertoyudan	62	100	96	87	74	45	78	42	89	96	88	85
90	Pati 1 Margorejo	41	67	64	58	49	30	52	28	60	64	59	57
91	Pati 2 Gajah Mati	62	100	96	87	74	45	78	42	89	96	88	85
92	Pati 4 Sokokulon	62	100	96	87	74	45	78	42	89	96	88	85
93	Pemalang 1 HCAminoto	41	67	64	58	49	30	52	28	60	64	59	57
94	Pemalang 2 Taman	51	84	80	72	62	37	65	35	74	80	74	71
95	Purbalingga Kalikabong	41	67	64	58	49	30	52	28	60	64	59	57
96	Purwadadi 1-Grobogan	41	67	64	58	49	30	52	28	60	64	59	57
97	Purwodadi 2	41	67	64	58	49	30	52	28	60	64	59	57
98	Purworejo 1 Butuh	31	50	48	44	37	23	39	21	45	48	44	43
99	Rembang 1 Gapura	41	67	64	58	49	30	52	28	60	64	59	57
100	Rembang 2 Lasem	41	67	64	58	49	30	52	28	60	64	59	57
101	Sragen Ngrampal	72	117	112	101	86	52	91	49	104	112	103	99
102	Sragen 2 Sambang Macan	51	82	79	71	61	37	64	34	73	79	72	70
103	Sukoharjo 1 Veteran	41	67	64	58	49	30	52	28	60	64	59	57
104	Sukoharjo 2 Baki	161	263	253	226	193	117	203	109	233	252	231	222
105	Tegal 1 Pelabuhan	41	67	64	58	49	30	52	28	60	64	59	57
106	Tegal 3 Kramat	127	207	199	178	152	92	160	86	184	199	182	175
107	Temanggung	45	74	71	64	54	33	57	31	66	71	65	62
108	Wonosobo	41	67	64	58	49	30	52	28	60	64	59	57
109	Wonogiri 2 Ngambangan	113	184	176	158	135	82	142	76	163	176	161	155
110	Bantul - Sewon	153	250	240	216	184	111	193	103	222	240	220	211

No	Gudang Penyangga	Inventory (Ton)											
		Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
111	Wates	62	100	96	87	74	45	78	42	89	96	88	85
112	Yogyakarta Pramuka	62	100	96	87	74	45	78	42	89	96	88	85
113	Gunung Kidul	62	100	96	87	74	45	91	42	89	96	88	85

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## BAB 6

### KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan dilakukan penarikan kesimpulan dan saran dari penelitian Tugas Akhir ini.

#### 6.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian Tugas Akhir ini yaitu sebagai berikut :

1. *Linear programming* dapat digunakan sebagai model untuk mengoptimasi jaringan distribusi multi eselon dengan mempertimbangkan adanya *inventory* dan multi periode untuk menentukan konfigurasi alokasi yang optimal dan juga untuk menentukan *inventory* yang optimal untuk meminimasi *transportation* dan *inventory cost* setiap periodenya.
2. Dengan menerapkan model *linear programming* yang telah dikembangkan, didapatkan hasil berupa konfigurasi alokasi baik dari pabrik ke gudang penyangga maupun dari gudang penyangga ke kota yang optimal setiap bulannya berdasarkan *demand* pada masing-masing bulan dengan *transportation* dan *inventory cost* yang optimal.
3. Biaya transportasi dari ketiga skenario perbaikan lebih baik dari kondisi eksisting yang besarnya Rp 31,867,441,692. Secara berurutan biaya transportasi yang terbaik yaitu skenario 0 (Rp 19,150,015,212), skenario 2 (Rp 21,128,197,512) dan skenario 1 (Rp 23,845,645,032).

#### 6.2 Saran

Saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil dari penelitian Tugas Akhir ini yaitu sebagai berikut :

1. Jika perusahaan ingin mempertahankan kebijakan eksisting yaitu batas minimal produksi tiap pabrik 83 ton. Maka sebenarnya perusahaan tidak perlu memperpanjang kontrak produksi untuk pabrik yang utilitasnya



rendah apabila kontrak tersebut akan habis. Ini agar pabrik-pabrik lain yang lokasinya lebih strategis dapat lebih maksimal.

2. Jika perusahaan ingin memelihara kerjasama dengan keseluruhan investor, maka perusahaan dapat menerapkan skenario 1 ataupun skenario 2. Hal ini karena baik skenario 1 ataupun skenario 2 memiliki biaya transportasi yang lebih hemat dibanding kondisi eksisting. Dan skenario 1 ataupun skenario 2 juga lebih menguntungkan bagi para investor pabrik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anon., 2016. *Peraturan Kementrian Pertanian Dan Peraturan Gubernur 2016*. Gresik: PT. Petrokimia Gresik.
- Anwar, H., 2012. *Statiskian.com*. [Online] Available at: [www.statiskian.com](http://www.statiskian.com) [Accessed 6th June 2016].
- Arnold, T., 1994. *Introduction To Materials Management*. 2nd ed. USA: Prentice Hall Inc..
- Assauri, S., 1999. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Revisi ed. Jakarta: LPFEUI.
- Ballou, R. H., 1992. *Business Logistics Management*. 3 ed. s.l.:Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Madasari, W. R., 2012. *Analisis Biaya Distribusi Dan Transportasi Untuk Jaringan Distribusi Semen Dengan Adanya Packing Plant (Studi Kasus : PT. Semen Gresik (Persero) Tbk)*. Laporan Tugas Akhir ed. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Oliver, R. K. & Weber, M. D., 1982. Supply Chain Management : Logistics Catch Up With Strategy. *Internatiol Journal of Logistics Management*, pp. 1-19.
- Pilla, L. D. et al., 2015. *Optimizing The Distribution of Italian Building Energy Retrofit Incentives With Linear Programming*. Italy: Elsevier.
- Pujawan, I. N. & Mahendrawati, E. R., 2010. *Supply Chain Management*. 2nd ed. Surabaya: Guna Widya.
- Sulistyowati, H., 2010. *Model jaringan Distribusi Multi Eselon Untuk Produk Multi Item*. Laporan Tugas Akhir ed. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Tadjib, M., 2016. *Penentuan Biaya Transportasi* [Interview] (28 Mei 2016).
- Tersine, R. J., 1994. *Principles Of Inventory And Materials Management*. 4th ed. USA: Prentice Hall International Inc..
- Tsiakis, P. & Papageorgiou, L. G., 2007. Optimal Production Allocation and Distribution Supply Chain Networks. *ScienceDirect*, 02(035), pp. 1-16.
- Yamit, Z., 1996. *Manajemen Produksi dan Operasi*. 1 ed. Yogyakarta: Ekonisia.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## BIOGRAFI PENULIS



**Octadella Bilytha Permatasari**, lahir di Jombang pada tanggal 30 Oktober 1994. Penulis merupakan anak pertama dari pasangan Warsubi dan Yuliati Nugrahani. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDN Mojokrapak II, SMPN 2 Jombang dan SMAN 3 Jombang. Selama belajar di SMP, penulis aktif sebagai pengurus OSIS dan pada jenjang SMA, penulis tercatat sebagai Ketua OSIS. Terlibat sebagai pengurus OSIS merupakan bentuk untuk menyalurkan minat dan bakat penulis dalam berorganisasi. Keterlibatan di OSIS mengasah jiwa kepemimpinan, kerjasama dan skill penulis.

Lulus dari SMAN 3 Jombang pada tahun 2012, penulis melanjutkan pendidikan strata-1 di Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Selama di perkuliahan, penulis aktif sebagai staff (2013-2014) dan Kepala Biro Kemitraaan (2014-2015) Departemen Hubungan Luar HMTI ITS. Penulis juga aktif sebagai panitia di kegiatan tingkat nasional seperti Ie-Games 2014, Inchall 2014, Inchall 2016 dan IEPOMS 2016. Untuk meningkatkan skill, penulis mengikuti beberapa pelatihan seperti Arena, VBA dan LINGO. Pada tahun terakhir perkuliahan, penulis menjadi asisten Laboratorium *Logistics and Supply Chain Management* Teknik Industri ITS. Pada Juni-Juli 2015, penulis mendapatkan pengalaman kerja praktek di Bagian *Receiving, Storage and Distribution* Depot LPG Divisi Domestik Gas PT Pertamina MOR VI Balikpapan. Pada tahun 2016, dengan selesainya penelitian tugas akhir maka penulis dapat lulus strata-1 dari Jurusan Teknik Industri ITS, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.